

**ITU-R M.1039-3 建议书****1GHz 以下移动业务台站和采用频分多址（FDMA）技术的  
非对地静止卫星移动系统（地—空）的移动地球站之间的同频共用**

（第 ITU-R 83/8、ITU-R 84/8 和 ITU-R 201/8 号课题）

（1994-1997-2000-2006 年）

**范围**

本建议书介绍了 1GHz 以下移动业务台站和非对地静止卫星移动系统的移动地球站之间的同频共用的计算方法。本建议书除给出了近似干扰值的快速算法外，还介绍了利用详细统计方法进行更精确计算的方法。

国际电联无线电通信全会，

**考虑到**

a) 世界无线电大会 WARC-92、WRC-95 和 WRC-97 为 1 GHz 以下低地球轨道（LEO）卫星移动业务（MSS）分配了频谱，如果它与移动业务共用时，必须对有害干扰提供适当的防护；

b) LEO MSS 可以提供包括紧急告警（见注 1）的有益的基于无线电的业务；

注 1 — 但是，这些业务并不等同于《无线电规则》规定的安全业务。

c) LEO 的利用使空间站能够切实使用 1 GHz 以下的频率；

d) 1 GHz 以下频带中固定和移动无线系统采用的一些协调和信道化技术，可导致单信道上的低爱尔兰负载；

e) 动态信道分配技术在技术上可行，并且可向移动业务和低功率、低占空因数的 MSS 之间提供一种频谱共用的方式；

f) 非 GSO MSS 的用户可在广大的地理范围操作使用；

g) 移动地球站（MES）的传输采用短突发方式；

h) 1 GHz 以下 MSS 中的信号特性可允许与移动业务的同信道共用；

i) 需要在考虑了 MS 传输对 MSS 卫星接收机的影响后确定 MSS 和 MS 共用的可能性；

j) MSS 对 MS 的干扰的概率可通过统计模型技术进行估算，

**进一步考虑到**

a) 在许多国家，分配给移动业务的频带被扩展使用，且在一些情况具有阶段性的高业务负载；

b) 对 VHF 频带采用散射模型的传播模型由 ITU-R P.1546 号建议书提供

注

a) 确定统计模型是否完全可用于海事和航空移动业务需要额外的研究;

b) MES 用户的分布考虑到地理限制可能会集中在一颗卫星足迹的一个专属区域内;

c) ITU-R M.1184 号建议书在考虑适当的模型和共用分析以及 MES 和移动业务中的台站之间的潜在干扰后提供了 1 GHz 以下非 GSO MSS 网络的技术特性,

建议

**1** 附件 1 中描述的分析方法可用于提供一般在相同频带中非 GSO MSS MES 对陆地移动台 (LMS) 干扰的概率的第一近似值;

**2** 采用附件 2 或附件 3 的以评估移动业务中的台站和低于 1 GHz 以下的相同频带内的非 GSO MES 主用 (地—空) FDMA 之间共用的详细统计方法可执行干扰概率的更精确的计算;

**3** 操作于 MSS 低于 1 GHz 频带的非 GSO MSS 系统 (窄带), 可采用如附件 4 中所述类型的动态信道分配技术, 以促进与地面业务的兼容。

## 附件 1

### 计算非 GSO MSS 地球站对操作在 1 GHz 以下的 LMS 的干扰概率的分析方法

#### 1 引言

本附件描述在考虑了 MES 对现有 LMS 台站的基站的潜在干扰和采用出自最新版本的 ITU-R P.1546 建议书 (原 ITU-R P.370 建议书) 的传播模型的计算干扰概率的分析方法。

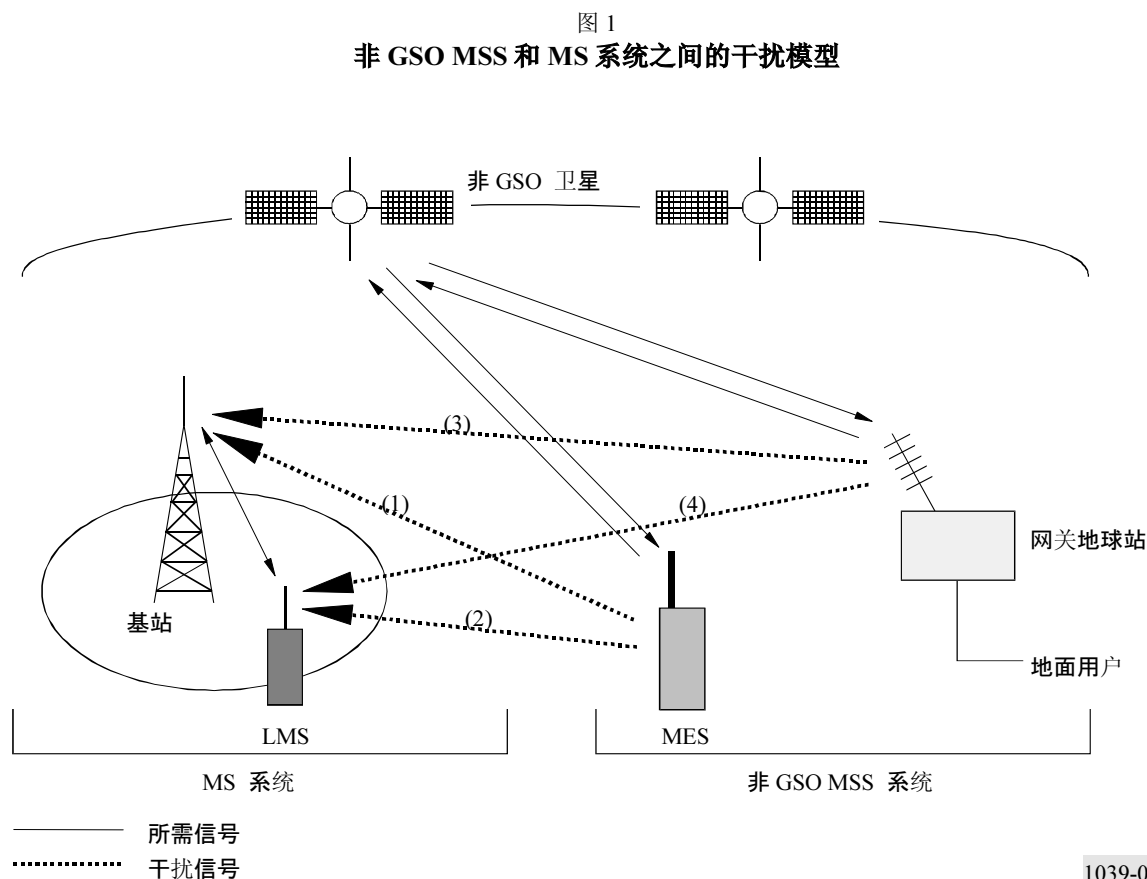
建议的方法可用于简化干扰概率的评估, 且可用于任何采用 FDMA 的非 GSO MSS 系统。采用该方法可简化非 GSO MSS 系统和 1 GHz 以下现有 MS 系统之间的频率共用的分析。

#### 2 非 GSO MSS 系统和陆地移动通信系统之间的干扰模型

分配给非 GSO MSS 系统地—空方向的 148-149.9 MHz 频带在陆地移动通信系统中作为前向链路和反向链路使用。在 148-149.9 MHz 频带中非 GSO MSS 系统的操作会在这两个系统之间在以下四种干扰情况中使干扰增加, 如图 1 所示:

- (1) 非 GSO MSS 系统的 MES 对现有 MS 系统的基站的干扰;
- (2) MES 对现有 MS 系统的 LMS 的干扰;
- (3) 非 GSO MSS 系统的网关地球站对基站的干扰;
- (4) 网关地球站对 LMS 的干扰。

在这四种情况中，（1）和（2）是 MES 至现有 MS 系统的干扰路径。



1039-01

该附件描述了对干扰路径（1）和（2）中的干扰概率的评估方法。

对于干扰路径（1）和（2），需要对以下两种操作模式中现有的系统做评估：

- 通信模式，
- 等待模式。

等待模式是在两个站之间没有信息交换的情况，但 MS 接收机开启并等待任何呼叫或信息。当 MS 系统处于等待模式，除了接收机采用了静音技术以外，接收机将会在由 MES 以下面所述的干扰概率发射的突发长度+ $\alpha$ （例如最大 450 ms+ $\alpha$ ）的时段中断静音。

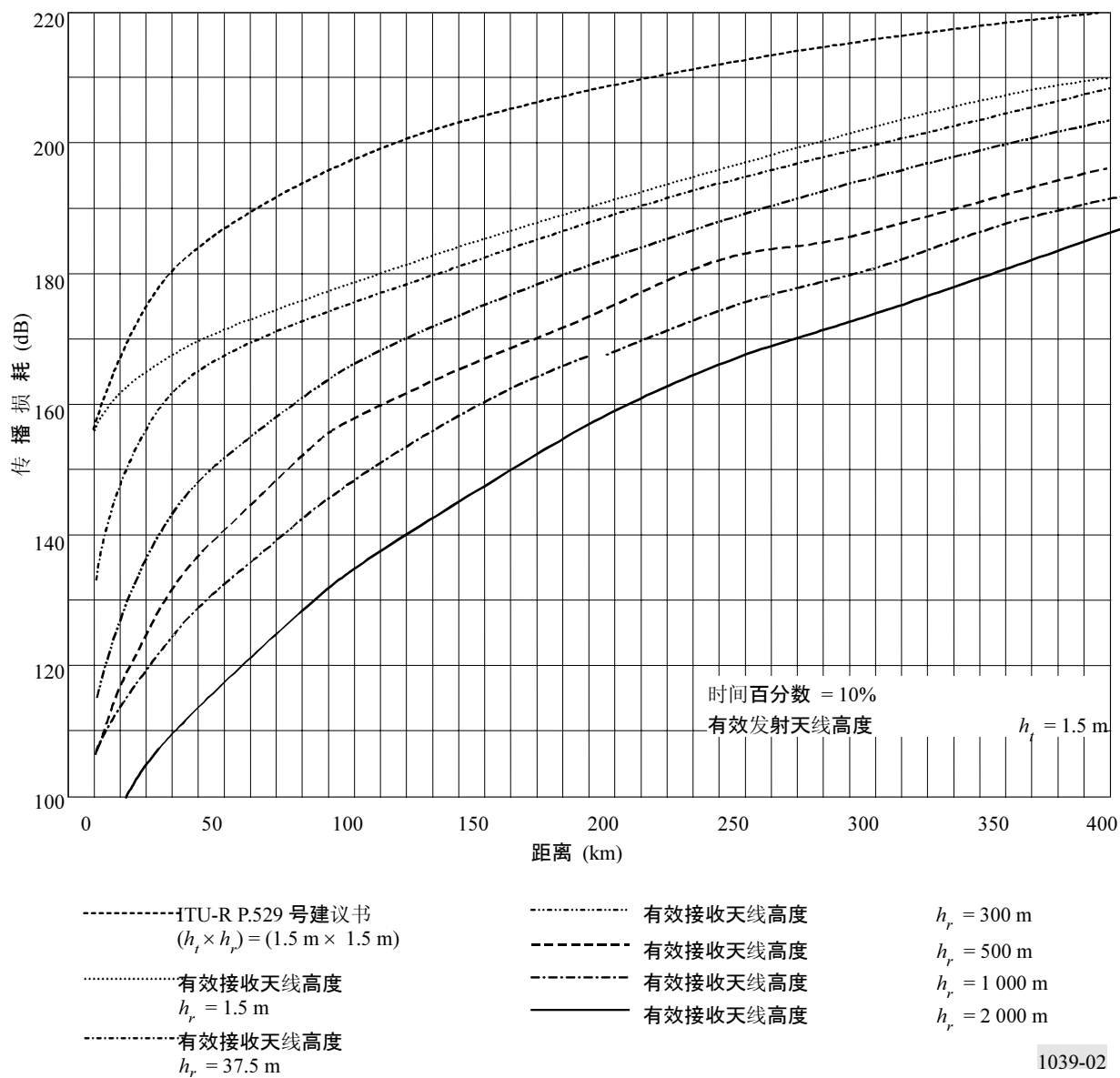
下面表述发生在如图 1 所示的干扰路径 1）和（2）中的干扰概率评估的方法，其中现有系统既可处于通信模式也可处于等待模式。

3 MES 和 MS 系统的基站之间的传播损耗

在 ITU-R 文本中，ITU-R P.1546 建议书描述了来自较高天线高度的 VHF 频带内的传播损耗。该建议书表明了  $d$  km 以外频带的接收站的 TV 信号的场强的实验结果。这些结果给出了各种天线的高度。由于上述原因，在这一以 ITU-R P.1546 建议书为基础的模型的评估中，计算传播损耗需要得到 MES 和基站之间干扰协调的距离。图 2 表明从最新版的 ITU-R P.1546 建议书（原 ITU-R P.370 建议书）中得到的各种天线高度的传播距离的 VHF 传播损耗。在示于图 2 的传播损耗的计算中，采用了 10%的时间值。对其他频带，图 2 需要重新计算。

图 2

VHF 频带中的传播损耗（基于 ITU-R P.370 号建议书）



## 4 系统参数

图 3 给出了 MES 对基站和对现有 MS 系统的 LMS 的干扰模型。下面考虑中采用的基站、LMS 和 MES 的系统参数概要如下。下标  $i$  表示干扰系统， $w$  是被干扰系统， $t$  是发射机而  $r$  是接收机。而  $b$  和  $m$  分别表示基站和 LMS。

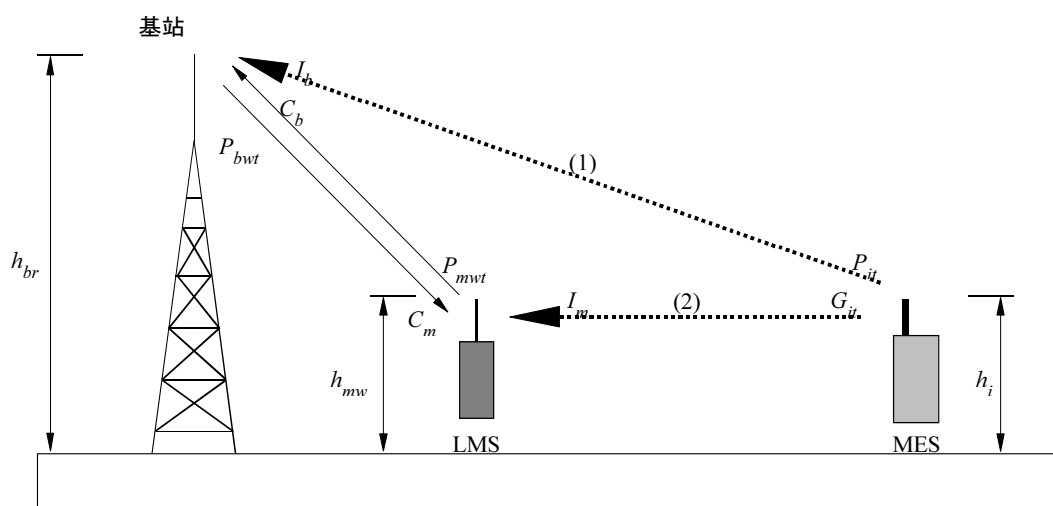
### 4.1 MES 参数（干扰站）

— 发射侧

- 发射功率:  $P_{it}$  (dBm)
- 发射天线增益:  $G_{it}$  (dB)
- MES 天线高度:  $h_i$  (m)

图 3

MES 和现有 MS 系统之间的干扰模型



1039-03

### 4.2 基站参数（被干扰站）：

— 发射侧

- 发射功率:  $P_{bwt}$  (dBm)
- 发射天线增益:  $G_{bwt}$  (dB)
- 发射馈线损耗:  $L_{bwt}$  (dB)
- 基站天线高度:  $h_{bw}$  (m)

— 接收侧

- 接收天线增益:  $G_{bwr}$  (dB)
- 接收馈线损耗:  $L_{bwr}$  (dB)
- 基站天线高度:  $h_{bw}$  (m)
- 接收机灵敏度:  $C_b$  (dBm)

- 所需  $C/I$ :  $(C/I)_{br}$  (dB)
- 允许的干扰电平:  $I_b$  (dBm)
- 静噪灵敏度:  $P_{bsd}$  (dBm)

#### 4.3 LMS 参数 (被干扰站)

##### — 发射侧

- 发射功率:  $P_{mwt}$  (dBm)
- 发射天线增益:  $G_{mwt}$  (dB)
- LMS 天线高度:  $h_{mw}$  (m)

##### — 接收侧

- 接收天线增益:  $G_{mwr}$  (dB)
- LMS 天线高度:  $h_{mw}$  (m)
- 接收机灵敏度:  $C_m$  (dBm)
- 所需  $C/I$ :  $(C/I)_{mr}$  (dB)
- 允许的干扰电平:  $I_m$  (dBm)
- 静噪灵敏度:  $P_{msd}$  (dBm)。

### 5 当现有 MS 系统处于通信模式时干扰协调距离的计算

#### 5.1 MES 对基站的干扰 (图 3 中的路径 (1))

假设  $d_1$  是基站与 LMS 之间的最大距离, 从该 LMS 发射信号至基站可接收到所需的  $S/N$ 。该  $d_1$  等效于现有 MS 系统的服务区半径, 即基站周围以  $d_1$  为半径的圆代表 MS 系统的服务区。在上述假设下, 基站接收机的灵敏度假设为  $C_b$ , 得到等式 (1):

$$C_b = P_{mwt} + G_{mwt} - L(d_1) + G_{bwr} - L_{bwr} \quad (1)$$

其中:

- $P_{mwt}$ : LMS 的发射功率
- $G_{mwt}$ : LMS 的发射天线增益
- $L(d_1)$ : 基站和 LMS 之间沿着  $d_1$  的传播损耗
- $G_{bwr}$ : 基站接收天线增益
- $L_{bwr}$ : 基站接收馈线损耗。

从等式 (1), 基站和 LMS 之间的传播损耗由等式 (2) 表示, 而传播距离  $d_1$  可用图 2 得到:

$$L(d_1) = P_{mwt} + G_{mwt} + G_{bwr} - L_{bwr} - C_b \quad (2)$$

基站的所需  $(C/I)_{br}$  可由等式 (3) 给出:

$$(C/I)_{br} = C_b - I_b \quad (3)$$

其中

$(C/I)_{br}$  : 所需的要求信号功率与基站的干扰信号功率之比

$C_b$  : 基站接收机的灵敏度

$I_b$  : 来自 MES 的允许干扰功率。

从等式 (3)，允许的干扰功率电平可用等式 (4) 表示：

$$I_b = C_b - (C/I)_{br} \quad (4)$$

假设在相同频带中有一个以上的非 GSO MSS 系统在运行，由等式 (4) 给出的允许干扰功率电平将由这些非 GSO MSS 系统共分。在相同频带有多个非 GSO MSS 系统运行的情况，等式 (4) 应由等式 (5) 取代：

$$I_b = C_b - (C/I)_{br} - \alpha \quad (5)$$

其中  $\alpha$  是采用相同频带的多个非 GSO MSS 系统运行情况的校正因子。如果每个非 GSO MSS 系统可采用通过频带分段方式分得的专用频带，则对每个系统的允许干扰功率电平可由等式 (4) 给出。

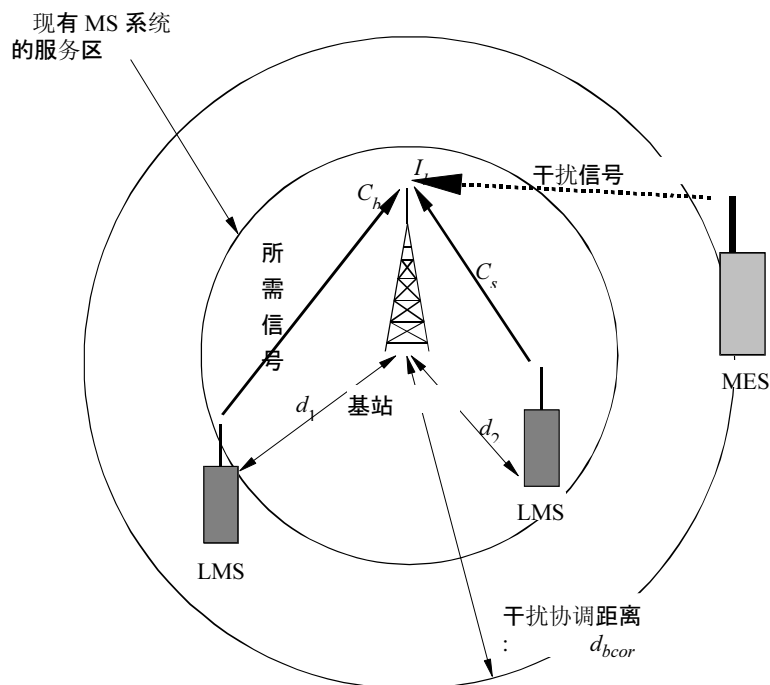
当基站和 MES 相距干扰协调距离  $d_{bcor}$ ，则基站接收到的来自 MES 的干扰信号功率则为允许的干扰功率电平  $I_b$ 。因此，可得到等式 (6)。这一关系示于图 4。

$$I_b = P_{it} + G_{it} - L(d_{bcor}) + G_{bwr} - L_{bwr} - I_{so} \quad (6)$$

其中  $I_{so}$  表示现有系统信道之间采取那些信道空隙的非 GSO MSS 系统的情况的隔离度。附件 2 给出空隙信道中相邻信道隔离程度改善的计算机模拟结果。

图 4

基站处于通信模式时的干扰协调距离



$$\begin{aligned} C_b/I_b &= (C/I)_{br} \\ C_s/I_b &> (C/I)_{br} \end{aligned}$$

1039-04

从等式 (4) 和 (6)，当基站和 MES 相距干扰协调距离  $d_{bcor}$ ，则传播损耗  $L(d_{bcor})$  由等式 (7) 表示为：

$$\begin{aligned} L(d_{bcor}) &= P_{it} + G_{it} + G_{bwr} - L_{bwr} - I_{so} - I_b \\ &= P_{it} + G_{it} + G_{bwr} - L_{bwr} - I_{so} - C_b + (C/I)_{br} \end{aligned} \quad (7)$$

从等式 (7) 和图 2，可以得到表示当现有系统的 LMS 在服务区边缘通信时基站和 MES 之间的干扰协调距离  $d_{bcor}$ 。换言之，这是假设所有 LMS 都操作于服务区的边缘。从图 4 显然可了解那些靠近基站的 LMS 可得到更高的  $S/N$ 。

## 5.2 MES 对 LMS 的干扰 (图 3 中的路径 (2))

假设  $d_2$  是基站和 LMS 之间的最大距离，从基站发射的信号在 LMS 可以所需的  $S/N$  接收到。 $d_2$  等效于 LMS 从基站以所需的  $S/N$  接收信号的最大距离。

在以上的假设下，LMS 接收机的灵敏度假设为  $C_m$ ，可得到等式 (8)：

$$C_m = P_{bwr} + G_{bwr} - L_{bwr} - L(d_2) + G_{mwr} \quad (8)$$

其中：

- $P_{bwt}$  : 基站发射功率
- $G_{bwt}$  : 基站发射天线增益
- $L_{bwt}$  : 基站发射馈线损耗
- $L(d_2)$  : 基站和 LMS 之间相距  $d_2$  的传播损耗
- $G_{mwr}$  : LMS 接收天线增益。

从等式 (8)，基站和 LMS 之间的传播损耗可用等式 (9) 表示：

$$L(d_2) = P_{bwt} + G_{bwt} - L_{bwt} + G_{mwr} - C_m \quad (9)$$

其中：

- $(C/I)_{mr}$  : 所要求的信号功率和 LMS 的干扰信号功率之比
- $C_m$  : LMS 的接收机灵敏度
- $I_m$  : 允许的干扰功率。

等式 (10) 表示为：

$$(C/I)_{mr} = C_m - I_m \quad (10)$$

由等式 (10)，允许的干扰电平  $I_m$  可用等式 (11) 表示为：

$$I_m = C_m - (C/I)_{mr} \quad (11)$$

在相同频带中有一个以上非 GSO MSS 系统运行的情况中，要得到对各非 GSO MSS 系统的允许干扰功率电平需要与等式 (5) 中定义相同的校正因子。

如果 LMS 和 MES 相距干扰协调距离  $d_{mcor}$ ，LMS 以允许干扰功率  $I_m$  接收来自 MES 的干扰功率，如图 5 所示。可由等式 (12) 表示为：

$$I_m = P_{it} + G_{it} - L(d_{mcor}) + G_{mwr} - I_{so} \quad (12)$$

从等式 (11) 和 (12)，干扰协调距离  $d_{mcor}$  的传播损耗  $L(d_{mcor})$  可用等式 (13) 表示为：

$$\begin{aligned} L(d_{mcor}) &= P_{it} + G_{it} + G_{mwr} - I_{so} - I_m \\ &= P_{it} + G_{it} + G_{mwr} - I_{so} - C_m + (C/I)_{mr} \end{aligned} \quad (13)$$

从等式 (13) 和图 2，可以得到代表 LMS 和 MES 之间的干扰协调距离  $d_{mcor}$ 。该协调距离对应现有系统的服务区边缘正处于通信的 LMS。该假设使那些离基站较近的 LMS 具有更高的  $S/N$ ，正如图 5 所示。

## 6 当现有 MS 系统处于等待模式时干扰协调距离的计算

### 6.1 MES 对基站的干扰（图 3 中的路径（1））

如图 6 所示，假设当 MES 在距离  $d_{bi}$  处发射时，基站会接收等于其静音灵敏度的干扰功率。在这种情况下，距离  $d_{bi}$  表示 MES 和处于等待模式的基站之间的干扰协调距离。当  $P_{bsd}$  是基站静音灵敏度，可得出等式（14）：

$$P_{bsd} = P_{it} + G_{it} - L(d_{bi}) + G_{bwr} - L_{bwr} - I_{so} \quad (14)$$

$L(d_{bi})$  是基站和 MES 之间的距离，该 MES 使基站接收到等于其静音灵敏度的干扰功率。从等式（14）和图 2，可得到干扰协调距离  $d_{bi}$ 。

### 6.2 MES 对 LMS 的干扰（图 3 中的路径（2））

如图 7 所示，假设当 MES 在距离  $d_{mi}$  处发射时，LMS 会接收等于其静音灵敏度的干扰功率。在这种情况下，距离  $d_{mi}$  表示 MES 和处于等待模式的 LMS 之间的干扰协调距离。当  $P_{msd}$  是 MS 静音灵敏度，可得出等式（15）：

$$P_{msd} = P_{it} + G_{it} - L(d_{mi}) + G_{mwr} - L_{mwr} - I_{so} \quad (15)$$

$L(d_{mi})$  是 LMS 和 MES 之间的距离，该 MES 使 LMS 接收到等于其静音灵敏度的干扰功率。从等式（15）和图 2，可得到干扰协调距离  $d_{mi}$ 。

图 5

LMS 处于通信模式的干扰协调距离

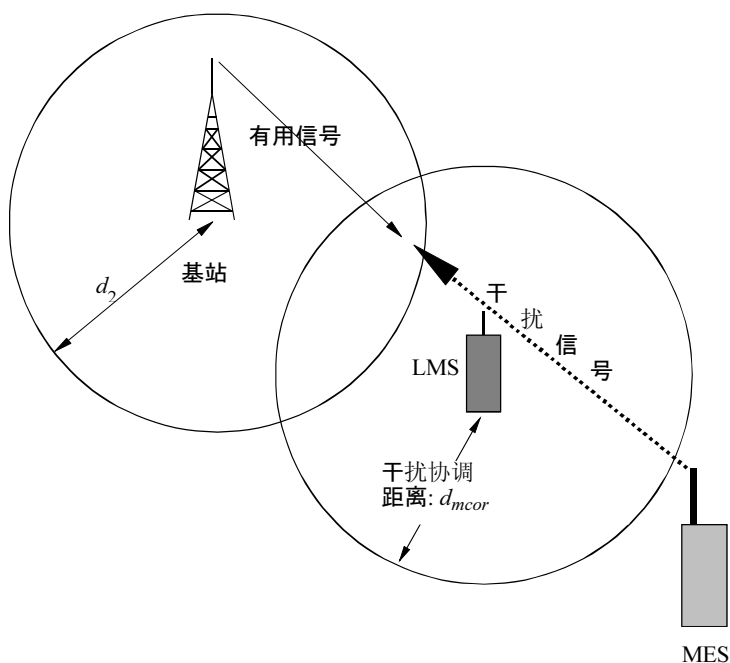


图 6  
基站处于等待模式的干扰协调距离

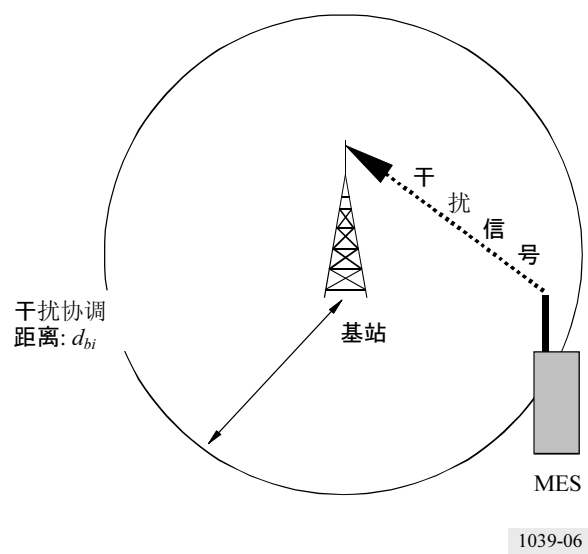
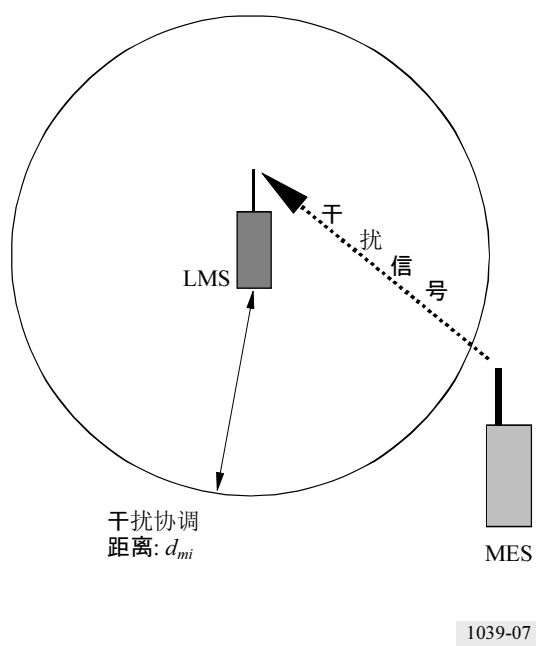


图 7  
LMS 处于等待模式的干扰协调距离



## 7 干扰概率的估算

在前面章节已给出了当现有系统分别处于通信模式和等待模式时 MES 和基站、MES 和 LMS 之间两种潜在干扰路径的干扰协调距离的估算方法。本节的目的是找出得到干扰概率的方法。

### 7.1 MS 系统和 MES 的同信道发射的概率

令  $P_I$  为 MS 系统所用信道具有来自 MES 同信道干扰的概率。 $P_I$  可估算为：

$$P_I = \sum_{i=0}^m (P(\text{干扰进入 MS} | i \text{ 信道激活}) \times P(i \text{ 信道激活})) \quad (16)$$

其中  $P(i \text{ 信道激活})$  表示  $i$  信道由卫星系统的激活 MES 占用的概率， $m$  是一颗非 GSO 卫星可同时工作信道的最大数。 $P_I$  最坏情况的估算可用下述条件得到：

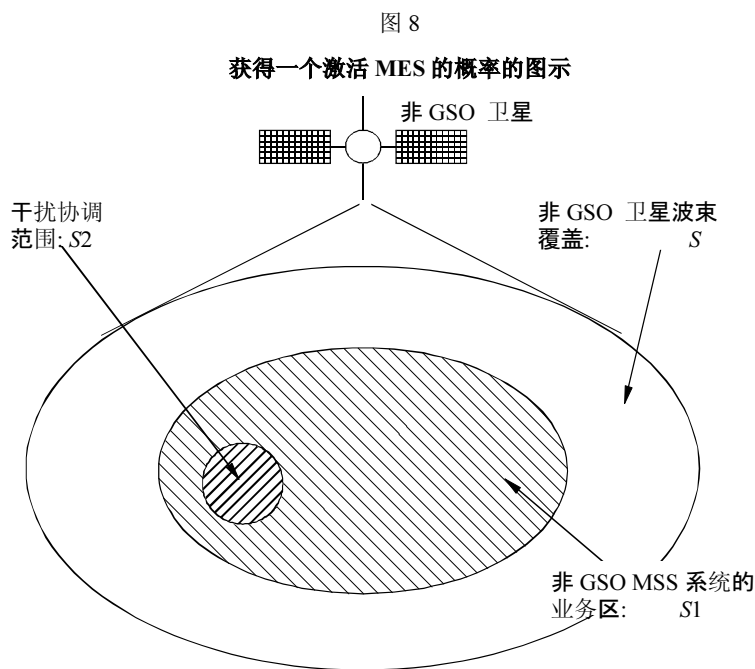
$$P(m \text{ 信道激活}) = 1$$

$$P(i \text{ 信道激活}) = 0 \quad (i \neq m)$$

在假设 MES 在 MSS 覆盖区内均匀分布，一颗非 GSO 卫星可同时工作信道的最大数由等式 (17) 给出：

$$m(S2) = m \times \frac{S2}{S1} \quad (17)$$

其中  $S1$  表示 MSS 系统的业务覆盖， $S2$  表示以等于干扰协调距离的半径画出的干扰协调范围。图 8 给出了  $S1$  和  $S2$  区域之间的关系。



这是因为当  $i=m$  ( $S2$ ) 时  $P$  (干扰进入 MS |  $i$  信道激活) 是最大的。因此最坏情况的  $P_I$  变为:

$$P_I = P(\text{干扰进入 MS} \mid m(S2) \text{ 信道激活}) \quad (18)$$

如果这一假设太悲观了, 那么考虑非 GSO MSS 系统的时间百分数可以采用乘一个因子  $\eta_L$ , 即:

$$P_I = P(\text{干扰进入 MS} \mid m(S2) \text{ 信道激活}) \times \eta_L \quad (19)$$

当假设非 GSO MSS 系统可用信道的最大数是  $M$  时,  $m$  ( $S2$ ) 信道中由 MES 选出的一个信道的概率会导致干扰采用相同信道的 MS 系统,  $\eta_c$  由等式 (20) 给出:

$$\eta_c = \frac{m(S2)}{M} \times \gamma \quad (20)$$

其中  $\gamma$  是 MES 信道选择的校正因子。由于动态信道激活系统 (DCAAS) 的操作  $M$  信道的激活性经常不是均匀分配的, 将可用信道的最大数与校正因子一起考虑。

通过等式 (17) 和 (19), 由等式 (18) 给出的概率  $P_I$  可得到等式 (21):

$$\begin{aligned} P_I &= \eta_c \times \eta_L \\ &= \frac{m(S2)}{M} \times \gamma \times \eta_L = \frac{m}{M} \times \gamma \times \frac{S2}{S1} \times \eta_L \end{aligned} \quad (21)$$

在等式 (21) 中, 通过采用由等式 (7)、(13)、(14) 和 (15) 给出的干扰协调距离可得到  $S2$  的面积。

当基站或现有 MS 系统的 LMS 处于通信模式时, 概率  $P_I$  分别由等式 (22) 和 (23) 给出:

**MS 系统的基站处于通信模式**

$$P_{bc} = \left( \frac{m}{M} \right) \times \gamma \times \eta_L \times \pi \times \frac{(d_{bcor})^2}{S1} \quad (22)$$

**MS 系统的 LMS 处于通信模式**

$$P_{mc} = \left( \frac{m}{M} \right) \times \gamma \times \eta_L \times \pi \times \frac{(d_{mcor})^2}{S1} \quad (23)$$

当基站或现有 MS 系统的 LMS 处于等待模式时, 概率  $P_I$  分别由等式 (24) 和 (25) 给出。

**MS 系统的基站处于等待模式**

$$P_{bw} = \left( \frac{m}{M} \right) \times \gamma \times \eta_L \times \pi \times \frac{(d_{bi})^2}{S1} \quad (24)$$

**MS 系统的 LMS 处于等待模式**

$$P_{mw} = \left( \frac{m}{M} \right) \times \gamma \times \eta_L \times \pi \times \frac{(d_{mi})^2}{S1} \quad (25)$$

## 7.2 考虑的其他参数

不论是处于通信模式还是处于等待模式 MES 对现有系统的干扰概率的估算，除了要考虑有来自 MES 的同信道干扰的 MS 系统使用的信号的概率之外，还要考虑以下参数。

参数 1: 现有系统处于通信模式中的时间百分数

现有系统处于通信模式的时间百分数假设为  $\eta_m$ 。实际中，现有系统通常采用按键通话型终端工作于单向模式。在这种情况下，信道单向处于通信的时间百分数是  $1/2d\eta_m$ 。

参数 2: DCAAS 检测现有系统使用着的激活信道失败的概率

星上 DCAAS 具有检测所有现有系统使用着的信道的能力，但是在 LMS 和卫星之间可能存在阻塞，使 DCAAS 无法检测 LMS 发射的信号。考虑这一情况，DCAAS 对现有系统使用着的激活信道检测失败的概率假设为  $\eta_D$ 。

参数 3: 多个网关地球站情况中卫星可见度因子

如果在一个区域安装了一个以上的网关地球站，卫星数增加，因此 MES 可同时接入，同时对现有系统的干扰概率也增加了。假设  $\eta_G$  是多个网关地球站对单个网关地球站的可用信道数之比。

参数 4: MS 载波占用带宽内的干扰信号数

如果非 GSO MSS 载波占用的带宽窄于 MS 载波的，那么在有用 MS 载波占用带宽内就会看到多个干扰载波。在上面描述的假设下，在  $C/I$  的计算中应考虑由等式 (26) 给出的额外的干扰功率电平：

$$I = 10 \log \left( \frac{B_w}{B_i} \right) \quad (26)$$

其中  $B_w$  和  $B_i$  分别为 MS 载波和 MES 载波的占用带宽。在对现有系统的各频率分配段中只分配一个信道的非 GSO 系统的条件下，可无需考虑等式 (26) 给出的额外干扰功率电平。

上述参数中，当现有系统处于通信模式时，参数 1 至参数 4 需要对干扰概率进行评估，而当现有系统处于等待模式时，参数 3 和参数 4 需要对干扰概率进行评估。

## 7.3 总的干扰概率

在上面章节的基础上，MES 对基站和 MES 对 LMS 的两种潜在干扰路径在通信模式和等待模式的干扰概率  $P_i$  由以下等式给出：

— 现有 MS 系统处于通信模式

$$P_i(\text{基站}) = P_{bc} \times \eta_D \times \eta_G \quad (27)$$

$$P_i(LMS) = P_{mc} \times \eta_D \times \eta_G \quad (28)$$

应注意干扰的时间百分数可通过  $P_t$  乘因子  $\eta_m$  计算。

— 现有 MS 系统处于等待模式

$$P_I(\text{基站}) = P_{bw} \times \eta_G \quad (29)$$

$$P_I(LMS) = P_{mw} \times \eta_G \quad (30)$$

## 附件 2

### 用于确定 1 GHz 以下的 MSS 地球站的发射机与移动台之间共用的方法和统计

#### 1 引言

本附件中给出的方法，是用于确定 MSS 地球站（MES）的发射机是否能与移动业务共用频谱的一种方法。该方法为评估 MES e.i.r.p. 的功率电平限值的有效性提供了基础，进而可确定能否允许与移动业务共用（见注 1）。

注 1 — 此外，来自 MES 的上行链路传输在与某些地面话音业务共用时具有一个最佳长度。已表明它可能高达 500 ms。发生这种传输的时长仍在研究中（已建议 1-15 min 内为 1%）。

#### 2 MSS 对移动业务的潜在干扰

VHF 频带中的移动业务的典型特性是指配于周期性信道梳状位置上的频率调制话音和数据载波。采用的信道间隔有 6.25 kHz、12.5 kHz、15 kHz、25kHz 和 30 kHz。

1 GHz 以下的 MSS 系统，可采用一种允许空间站辨别共用频谱中那些未被移动台占用的信道的动态信道分配算法。为此，一般要求在 MSS 传输和移动台接收机中心频率间要有较大的频率间隔（15 kHz 或略小于 15 kHz）。但是，对于该方法的效果，目前动态信道分配处理的效率还无法预测；MSS 上行链路信道选择因此是建立在移动分配中以 2.5 kHz（见注 1）为间距随机分布的假设上。

注 1 — 在一般性分析中，这一间距的大小代表低损耗综合器实施的实际限制。

#### 3 方法的概述

为了确定 MES 发射机对移动台的潜在有害干扰，必须实施几个步骤。实施方法在本节中予以概述。后面几节描述每一步骤的细节。

### 3.1 协调区轮廓

第一步是确定需要保护的移动接收机周围的典型协调区轮廓。描绘协调区轮廓应从一台 MES 发射机或一组发射机产生的 pfd 将超出保护准则确定的电平的范围着手。进行这项计算必须已知下述量值：

- $e.i.r.p._{mes}$ : MES 的最大 e.i.r.p. (W)
- $BW_{mes}$ : MES 发射机的信号带宽 (Hz)
- $pfd_i$ : 认为有害的 pfd ( $W/m^2$ )
- $N_i$ : 要求的最多同时工作的 MES 发射机
- $L(d)$ : 作为距离的函数的传播损耗。

如果可以确定协调区轮廓与移动台和 MES 的移动范围比较足够小，那么无需进一步的计算。如果经确定协调区轮廓非常大，则必须执行下面的步骤。

### 3.2 门限超过概率的计算

用概率技术确定某个移动台接收机超过 pfd 的时间百分数。如果这一“超过概率”足够低，则不认为超过保护电平是有害干扰。

#### 3.2.1 地理范围的计算

第一步是确定一个从 MES 的发送将显著影响移动接收机的 pfd 的统计值的地理范围。如果采用的范围太大，接下去计算的超过概率很可能就会低。这个范围一般用对应前面所描述的协调区轮廓的半径表示。

#### 3.2.2 单个发射机 pfd 概率密度函数

给定一个要进行计算的范围，然后计算移动台接收机所需 pfd 值的离散概率密度函数（见注 1）。该项处理分为两步，开始先建立一个描述 MES 到移动接收机范围的概率分布的随机变量。然后结合 MES e.i.r.p.、传播模式和可能有的滤波器隔离度、pfd 产物，对应该计算的范围计算某个 pfd 的概率。

注 1 — 一个随机变量的概率密度函数（PDF）规定了该随机变量可承受的各概率加权值。概率密度函数的积分是一致的。如果通过对概率密度函数从负无穷到该随机变量值进行积分，为随机变量可承受的各值建立了一个新的函数，那么就创立了一个累积分布函数。

#### 3.2.3 多载波 pfd 概率密度函数

当单个 MES 发射机激活时应采用得到的 pfd 概率密度函数。两个或两个以上 MES 发射机所对应的 pfd 概率密度函数可以采用§7中描述的卷积方法从单载波概率密度函数推导出来。

#### 3.2.4 MES 发射机激活时的概率

得出的 pfd 的分布，必须以接收机需保护的范围内一个或一个以上 MES 发射机激活的实际概率为条件。这些概率与业务电平有关，而且一般用泊松分布描述。这一部分的计算取决于 MSS 系统选择的接入方式的类型，但是最大传输概率限于 MSS 操作者非常高效地利用了可用信道的假设。



### 3.2.5 超过概率

实际超过概率取决于移动接收机保护区轮廓内发送的共用 MSS 系统业务。典型的 MSS 空间站覆盖区与保护区轮廓限定的区域之比为 0.1%或小于 0.1%。由于系统业务的实际分布在系统运行之前无法确定，因此所述超过概率的计算方法给出如何将该因素变成为一个参数。这将有助于对所需业务电平对移动台造成潜在有害干扰影响的理解。

### 3.2.6 对应实际干扰的超过概率

由于下述原因算出的超过概率实际夸大了潜在有害干扰：

- 假设各条移动链路不论发射还是接收总处于激活状态；
- 假设各移动接收机工作在它的无额外链路余量的最大范围（最低性能门限）；但在有些系统中可能采用了功率控制，抵消了这一影响；
- 未重视 MSS 系统采用的动态信道分配技术将避免激活接收机频率这一事实；
- 许多 MES 发送的是多数接收机不会打开静音电路的短突发，并且这些信号如果发生在话音信道通话激活期间时是不可闻信号，但如果信道用于进行数据或信令传输，那么不论突发多么短也会造成性能下降。

## 4 参考传播模型

为了计算 LEO MSS 上行链路发射机至移动台（MS）或基站（BS）的潜在干扰，给出一个 1 GHz 以下频带的参考链路模型。

预测的传播损耗是发射机与接收机之间距离的函数且接收场强可模型化，其一阶函数为：

$$E(1 \text{ kW})=70-40\log(d)-10\log(f)+20\log(h_1 h_2)-10\log(0.02 p)[1-\exp(-0.1d)]^2 \text{dB}(\mu\text{V/m}) \quad (31)$$

其中：

$f$ : 20-1 000 MHz 范围内的频率

$d$ : 1-600 km 范围内的路径长度

$h_1, h_2$ : 分别为发射和接收天线的有效天线高度（m），各自的最小值为 1 m，乘积（ $h_1 h_2$ ）最大值不超过 300 m<sup>2</sup>

$p$ : 在 1 - 50%范围内的超过场强的时间百分数

其中  $E$  为对半波偶极子发射 1 kW 功率（32.15 dBW e.i.r.p.）的计算且  $E$  必须不得超过自由空间值  $E_{fs}$ ，以 dB（μV/m）表示为：

$$E_{fs}(1 \text{ kW})=107-20 \log(d) \quad \text{dB}(\mu\text{V/m}) \quad (32)$$

算出的场强必须考虑 MES 的 e.i.r.p.后予以修改：

$$E=E(1 \text{ kW})+(P_{mes}-32.15)$$

其中：

$P_{mes}$ ：MES 的 e.i.r.p. (dBW)。

将与发射机相关距离  $d$  处的场强表达式变换成 pfd 的表达式：

$$pfd(d) = \frac{(E \times 10^{-6})^2}{120 \pi} \quad \text{W/m}^2 \quad (33)$$

此处  $E$  的单位为  $\mu\text{V/m}$ 。

为了计算一台 LEO MSS 发射机对移动台的潜在干扰，应采用  $10 \text{ m}^2$  量级的天线高度量值。这是考虑了 LEO MSS 发射机多数是手持或车载的，而不是安装在天线塔上的实际情况。对于移动业务中基站的情况，应采用更大的量值才合适。对于空中机载接收机或 MSS 发射机，也应采用较大的量级。

## 5 多个 MES 发送的概率

正如§ 3.1 所述，潜在干扰取决于相对应的移动业务接收机总计 pfd 产生影响的同时使用的 MES 发射机的数量。随机接入协议（见注 1）允许在相同频率上偶然有多个同时的传送，且此时出现对移动台接收机的潜在干扰总和的上限情况。采用泊松分布计算同时使用的发射机的概率：

$$P_a(n) = \frac{\Lambda^n}{n!} \cdot e^{-\Lambda} \quad (34)$$

其中：

$n$ ：同时使用的发射机数量

$\Lambda$ ：每单位时间的平均发送

注 1 — 许多随机接入协议都被认为是一种特殊类型的随机接入协议“ALOHA”协议。

选定的某一类型的随机接入协议将确定合格的  $\Lambda$  值。采用时隙随机接入协议可得到最高业务载荷值，理论值最大为 36.8%；实际最高值可达 30%左右。与单纯的不分时隙技术比，业务载荷值和  $\Lambda$  值都加倍了。为了保持系统的服务质量，必须将系统设计成全部限于工作在随机接入协议内。由此当存在业务负荷短期超过稳定值的情况时，为了保持用户系统必须工作在这些值以下。

泊松分布表达式中  $\Lambda=0.4$  的值，给出时隙随机接入协议的实际可实现的峰值负载电平。表 1 给出了  $\Lambda=0.4$  时同时使用的发射机为 0、1、2、...、6 的概率。可以从表中看到，同时使用的发射机多于 4 台的概率为 0.00001。这样较为合适的  $N_t$  就为 4，当然也可考虑用其他值。

表 1  
典型的 MES 发射概率

| $n$ | $P_a(n)$ | $C_a(n)^{(1)}$ | $1 - C_a(n)$ |
|-----|----------|----------------|--------------|
| 0   | 0.670320 | 0.670320       | 0.329680     |
| 1   | 0.268128 | 0.938448       | 0.061552     |
| 2   | 0.053626 | 0.992074       | 0.007926     |
| 3   | 0.007150 | 0.999224       | 0.000776     |
| 4   | 0.000715 | 0.999939       | 0.000061     |
| 5   | 0.000057 | 0.999996       | 0.000004     |
| 6   | 0.000004 | 1.000000       | 0.000000     |

<sup>(1)</sup>  $C_a(n)$  :  $P_a(n)$  的累积分布函数。

## 6 单载波 pfd 概率分布的计算

单载波 pfd 概率分布的计算出自两个基本的论断：其一为 MES 和移动业务接收机之间的传播损耗与距离相关，另一个为已知所有可能的概率分布的种类。前者可参考§4 中的传播损耗模型。后者采用一个相同的 MES（终端/m<sup>2</sup>）的密度。也可以采用更复杂的分布，但必须对移动业务接收机的一些特性作相应的假设，MES 位置的非相关现象就可对 MES 分布产生一定的影响。

已很肯定地证实了对于描述 MES 和移动业务接收机之间距离的随机变量，在相同的 MES 密度时产生一个单值斜坡概率密度函数。这一离散的概率密度函数以下述形式构成：

$$P_s(d_i) = 2d_i/R^2 \quad (35)$$

其中：

$d_i$ : 间隔距离的离散值

$R$ : 移动台接收机周围协调距离的半径（km）。

在移动台接收机中相关于 MES 传送的滤波器隔离度从移动台接收机的工作频率开始计算必须要有 2.5 kHz 的补偿。

用对应 pfd 值的指数产生一个数组，该数组的值对应概率值。这一数组的所有值设置为零。

用距离概率密度中的各距离值计算 2.5 kHz 位置各点的频率补偿隔离度所产生的 pfd 衰减。与距离有关的概率值被分离滤波器隔离度计算出的数除，然后和对应算出的 pfd 的概率值相加。对所有统计有效的距离值重复这一计算，产生完整的概率分布函数。该计算用等式（36）表示：

$$\sum_{i=0}^{N_i} \sum_{j=0}^{N_f} P_{pfd} \left( \frac{pfd(d_i)}{A_j} \right) + = \frac{P_s(d)}{N_f} \quad (36)$$

其中:

$A_j$ : 距移动接收机中心频率  $j \times 2.5$  kHz 处的滤波器隔离度。

$N_f$ : MSS 系统使用的频道数。

表达式 “+ =” 的含义是将表达式的右边加到方程式左边变量中已有的内容上。

## 7 多载波 pfd 概率分布的计算

从上面推导出的单载波 pfd 分布入手, 采用迭代法计算多载波 pfd 概率分布。这样做是基于各 MES 发射机的 pfd 分布相同, 且 MES 发射在统计上相互独立的原则。

pfd 生成的处理用算法描述, 因为只有当采用计算机辅助手段才使生成这一分布成为现实。假定有两个以类似于数组值的离散形式存在的 pfd 分布, 分别为  $P_{pfd1}$  和  $P_{pfd2}$ 。注意可通过数组的指数引出 pfd 值, 并且对应的各 pfd 的概率值就是该指数时数组中的数值。

用足够的指数产生的第三个数组  $P_{pfd3}$  将所提供的 pfd 值按输入分布中的最低值到输入分布中的最高值进行总的排列。这第三个数组的所有值设置为零。对所有指数值完成下面的表达式旨在生成集合 pfd 分布:

$$\sum_{i=0}^{I_{max}} \sum_{j=0}^{J_{max}} P_{pfd3}(pfd_i + pfd_j) + = P_{pfd1}(pfd_i) \cdot P_{pfd2}(pfd_j) \quad (37)$$

这样, 按照这种方法可以从单载波分布推导出两个载波的 pfd 分布。多载波分布可以从较少载波分布的适当组合推导出来。例如, 一个 5 载波的分布, 可以根据前面描述的方法从 2 个载波与 3 个载波或 4 个载波与 1 个载波的分布的组合推导出来。

## 8 MES 发送概率的确定

在给定的时间单元内一个或一个以上 MES 发射机的概率采用泊松分布计算。所用公式如§5 所述。这是在  $n$  个发射机被激活的实际概率条件下,  $n$  个载波的 pfd 概率分布。通常认为是业务强度的变量  $\Lambda$  决定着各泊松分布的形状。

与确定 MSS 系统产生的潜在干扰有关的业务强度水平, 用在需保护的移动台的本地范围内所产生的向 MSS 空间站发送的总业务量的份额来计算。如前所述, 实际系统的实施限制在泊松分布中  $\Lambda$  的最大值为 0.4, 要想获得总业务中一个给定百分比份额的效果, 可以采用将  $\Lambda$  的最大值降低相同的百分比。

举例来说, 如果要求在移动台本区域内产生的业务的比例, 与本区域至一个典型 LEO 卫星波束的总区域的业务比例相同 (0.002), 那么应采用  $\Lambda = 0.0008$ 。实际上, 考虑地理峰值的影响应加大 50 倍。

9 超过概率的计算

前面的统计推导可以组合起来确定超过某一 pfd 门限和本地 MES 业务量强度水平的概率。建议用本节中的表达式计算这些参数的范围，因为这些参数还没有一定的范围。应采用下面的表达式确定与这些参数有关的超过概率的数值。

$$P_e(\Lambda, \tau) = \sum_{i=1}^{N_t} \frac{\Lambda^n}{n!} \cdot e^{-\Lambda} \cdot \left( 1 - \sum_{-\infty}^{\tau} P_{pfdn}(pfd) \right)$$

(38)

附件 2 的附录 1

计算方法的应用举例

1 引言

本附录给出此建议书中所介绍方法的应用举例。所考虑的特定 MES 具有下述相关特性：

- 最大 e.i.r.p.: 9 dBW
- 调制带宽: < 4 kHz
- 发射频率: 150 MHz 左右
- MSS 工作带宽: 2 MHz 左右。

给出了为操作在 1 GHz 以下的 MSS 系统建议使用的动态信道分配技术的说明，接下来给出在本方法中说明的计算结果。

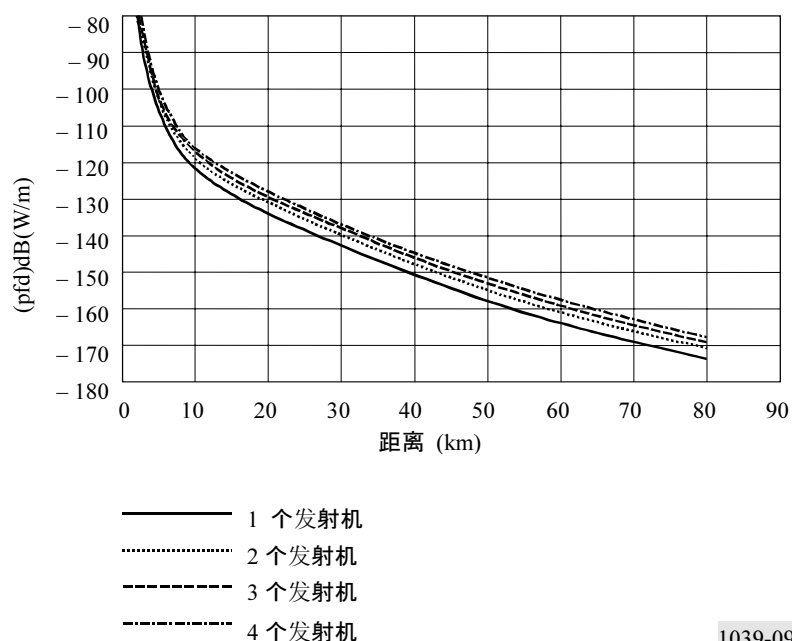
举例假设频率补偿靠近移动台接收机的工作频率时 MES 发射机与 MS 接收机之间的隔离度。对于频率在比移动台接收机频率大 12.5 kHz 的频率上发射的 MES，假设有 23 dB 的隔离度。

| 间隔<br>(kHz) | 隔离度<br>(dB) |
|-------------|-------------|
| 0           | 0           |
| 2.5         | 0           |
| 5.0         | 0           |
| 7.5         | 2           |
| 10.0        | 8           |
| 12.5        | 23          |

## 2 保护区轮廓的计算

给定一个传播损耗模型和一个最大 MES 发射 e.i.r.p., 按照附件 2 § 4 所述的方法就可计算作为距离的函数的 pfd。本例采用了  $p = 1\%$ 。图 9 描述 1 个至 4 个 MES 发射机同时发射时作为距离函数的 pfd。4 为所选的  $N_i$  值, 它是某一频率时所要求的最大发射机数, 如附件 2 § 5 所述。

图 9  
作为距离的函数的 pfd



1039-09

从图 9 可知, 在下述情况就会超出  $-140 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  的保护标准:

- 在 27 km 范围内有 1 台发射机;
- 在 30 km 范围内有 2 台发射机;
- 在 32 km 范围内有 3 台发射机;
- 在 34 km 范围内有 4 台发射机。

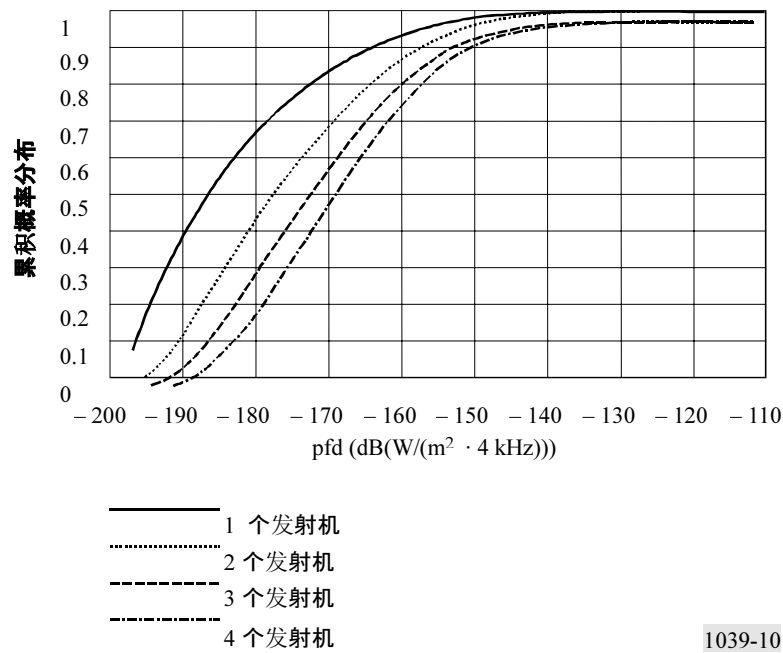
因此, 对于  $-140 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  的保护标准, 应规定 34 km 的协调区范围。

在有可能超过保护标准的情况下, 必须确定发生这种情况的可能性。做法是采用附件 2 § 6 - § 9 描述的的概率分析方法。

## 3 Pfd 分布

基于从 MES 发射的 e.i.r.p. 为 9 dBW 的 1、2、3 和 4 个载波的 pfd 概率分布的推导结果示于图 10。这一分布是在为  $-150 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  的保护标准所选择的 80 km 协调范围内得到的。注意该结果呈现为累积分布函数。累积分布函数中的最低 pfd 是  $-197 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  量级的。该值是从传播模型和 23 dB 频偏隔离度导出的  $-174 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  pfd 的组合。

图 10  
1、2、3 和 4 个 MES 发射的 pfd 累积概率分布



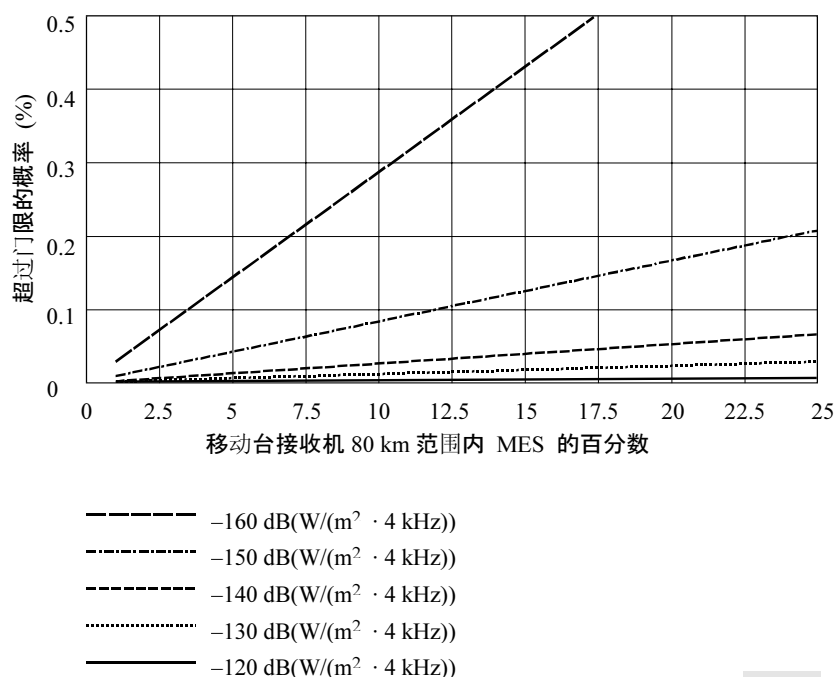
要确定  $n$  个发射机激活时不超过功率通量密度保护标准的概率，可以通过得到  $n$  个载波的功率通量密度的累积分布函数值来实现。超过门限的概率为 1 减去这个值。在此概率下只有在下节描述的  $n$  个发射机激活的概率条件下才可能发生干扰。

4 干扰概率

对某一接收机干扰的实际概率，取决于该接收机的本地范围内发生的 MSS 业务量的总份额。图 11 示出必须是发生在移动接收机本地范围内且导致给定干扰概率的业务量份额。例如，如果确定的保护标准是  $-130 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$  的 pfd，干扰概率不超过 1% 时 MES 总数的 90% 必须在接收机周围 80 km 范围内。

图 11

移动台接收机 80 km 范围内作为 MSS 用户数百分比函数超过门限的概率



1039-11

考虑这些结果的另一种方式是操作在 700 - 900 km 量级的轨道高度的 MSS 系统将具有一个约 5 000 km 直径的卫星服务区。本例中讨论的 80 km 半径区域是卫星服务区的  $(80 \times 2 / 5\,000)^2 = 0.1\%$ 。如果在服务区内 MES 是均匀分布的则预期 MES 的 0.1% 会在图 11 移动接收机周围 80 km 区域内，只有 0.0001% 的时间会超过  $-130 \text{ dB} (W / (m^2 \cdot 4 \text{ kHz}))$  的干扰判据。如果任意分布在移动接收机周围 80 km 区域内的 MES 的数量是均匀分布的 MES 的数量的 20 倍时，那么超过  $-130 \text{ dB} (W / (m^2 \cdot 4 \text{ kHz}))$  判据的时间也只是 0.0022% 的时间。结论是超过  $-130 \text{ dB} (W / (m^2 \cdot 4 \text{ kHz}))$  判据的概率是很小的，甚至在 MES 分布采用非常保守的假设。

### 附件 3

## 在 1 GHz 以下 MS 台站和非 GSO MSS 地球站（地—空） 之间频率共用的统计模型

### 1 引言

本附件描述 MSS 地球站发射机与 MS 共用频谱模型化的方法。统计模型给出了 MSS 地球站发射机对 MS 接收机的潜在干扰，以及当 MSS 与 MS 系统频率共用时的地—空信道的可用性。

在频带低于 1 GHz 的移动业务典型特性是可模拟调制或数字调制的话音和数据载波且分配在栅型间隔的信道上。通常采用的信道间隔为 6.25 kHz、12.5 kHz 和 25 kHz。打算频率共用的 MSS 系统会采用基于低占空比的间断短期信号突发实施地—空发射。本建议的附件 2 提示突发长度可高达 500 ms 且建议了 1-15 min 内 1% 的占用时长。1 GHz 以下的 MSS 系统可采用可使空间站识别那些共用频谱的移动台未占用的信道的动态信道分配算法（例如附件 4 中所描述的）。卫星上的接收机监视整个共用频带并确定哪部分频谱当前由 MS 系统或由非 GSO MSS 上行链路使用。通过星载扫频接收机 MES 对移动业务接收机的干扰机会会很小。但是在几种情况动态信道分配技术在识别激活的 MS 信道时也会失败：

- MS 功率低于卫星扫频接收机的检测门限；
- MS 发射机至卫星的路径阻塞，因此接收信号电平太小，检测不到；
- MS 发射机在信道上工作时正是 MSS 处于检测到有空闲信道而发射时。

本附件§ 2 中的方法提供了单一 MSS 系统中的 MES 在未采用动态信道分配技术发射时对 MS 接收机产生干扰的概率的计算。

对于互干扰的其他概率是 MS 发射对 MSS 空间站接收机的干扰。采用 MSS 频带的扫频接收机识别 MES 使用的地—空信道，这种类型的干扰是可以避免的。本附件的第 3 节提供了可用于提供找到载荷 MSS 地—空传输的足够数量的空闲信道的保障。但是也存在 MS 发射机开始工作时原来该信道空闲而在此时 MES 也在此信道传输了的可能性，致使潜在引起对空间站接收机的干扰。

### 2 非 GSO MSS 的 MES 对移动台干扰的统计模型

下面的统计模型确定在未采用动态信道分配时的干扰概率。最坏的假设给出单个非 GSO MSS 网络有动态信道分配时的实际干扰概率的上限。

输入参数为：

- a) 移动业务信道划分的计划（25、12.5 或 6.25 kHz）

用于确定移动链路中心频率和如表 2 所示的接收机的 IF 带宽。

表 2

典型的移动业务信道划分计划

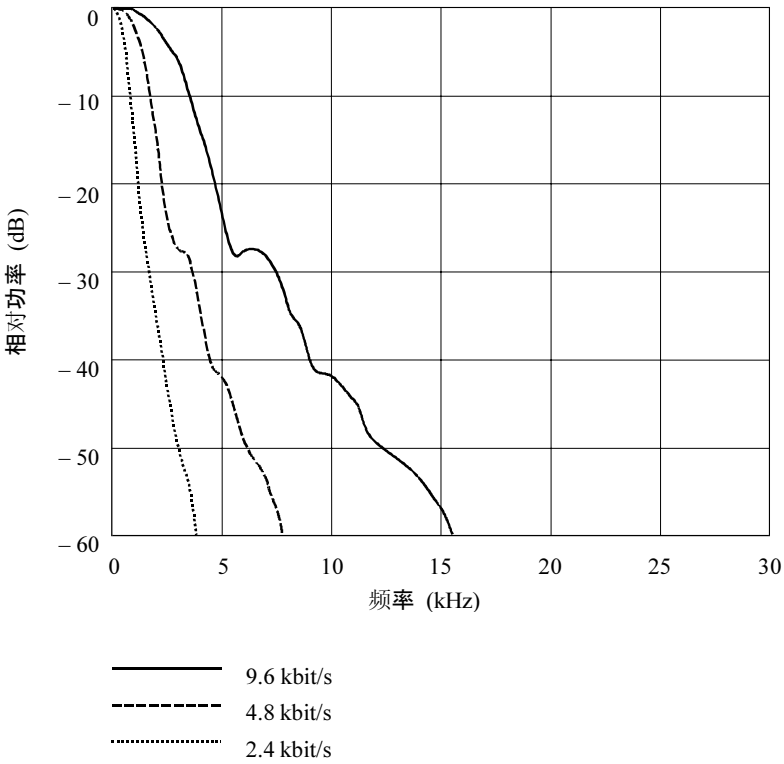
| 信道划分计划<br>(kHz) | IF 带宽<br>(kHz) |
|-----------------|----------------|
| 25              | 16             |
| 12.5            | 8              |
| 6.25            | 4              |

b) MES 上行链路数据速率 (9.6、4.8 或 2.4 kbit/s)

用于确定如图 12 所示的 MES 发射频谱和表 3 所示的发射功率。

图 12

MES 发射信号掩模



注 1 — 这些掩模表示交错—QPSK 调制。也可采用其他调制类型的。当研究开发出一种 ITU-R 建议书的模板，则应采用建议的信号掩模。

1039-12

表 3

MES 发射功率的举例

| 数据速率<br>(kbit/s) | 发射功率 <sup>(1)</sup><br>(W) |
|------------------|----------------------------|
| 9.6              | 7                          |
| 4.8              | 3.5                        |
| 2.4              | 1.75                       |

<sup>(1)</sup> 提供地一空信道中卫星所需的接收功率的发射功率。

#### c) MES 分布（均匀或群集）

均匀分布模型就是 MES 在 MSS 卫星上行链路波束范围内的陆地区域上均匀分布。群集分布是将 MES 在卫星波束范围内按粗略的人口密度比的概率密度分布。

#### d) MES 信道选择（随机或填隙）

对于随机选择算法，在整个分配的频带上（例如 1 MHz）以 2.5 kHz 的栅型频带随机选择 MSS 上行链路信道。对于填隙算法，选择 MSS 上行链路信道时限于在移动业务信道之间的空隙频率位置上。

对于给出的一组输入参数，做 1/2 的试验足以保证计算出可靠的干扰概率。（当试验数增加一倍而不改变有效干扰概率时，相信试验数也足够了。）对各 1/2 的试验执行以下步骤：

步骤 1： 移动业务发射机位置随机选择为在 MSS 卫星上行链路波束范围内的 20 个人口最稠密的城市之一的中心。（人口最稠密城市的数量可调整为足以代表 MSS 卫星上行链路波束范围内人口分布。典型的波束覆盖区为 12 000 000 km<sup>2</sup>。）

步骤 2： 移动业务发射机位置采用从发射机位置 0 km 至覆盖边缘（ $R_C$ ）的圆形集中分布中随机选择。（圆形集中分布规定 MS 接收机位于圆形覆盖区内的任何位置都是等概率的。）

步骤 3： 移动业务链路中心频率  $CF_{MS}$  根据输入移动业务信道划分计划在 1MHz 带宽内随机选择。

步骤 4： 移动业务接收机的 IF 带宽  $B_{IF}$  从输入信道划分计划中确定。

步骤 5： 计算 MS 发射机和 MS 接收机之间的距离  $d_{MS}$ 。

步骤 6： 采用输入分布不论是均匀分布还是群集分布在卫星波束范围内各 1/2 的随机选择为 128 个激活 MES。这对应从波束覆盖区每天超过 22 000 000 次的 MES 发送，假设非 GSO MSS 系统工作在理论容量的 100%。这是另一最坏情况的假设。（选择的激活 MES 数量是为填满非 GSO MSS 系统设计容量的上行链路传送次数。随不同的 MSS 网络设计，该次数也不同。）

步骤 7： 计算从各 MES 至移动业务接收机的距离  $d_{MES-MS}$ 。

步骤 8: 采用输入选择方式, 均匀或群集的各 MES 在 1MHz 频带内随机选择中心频率  $CF_{MES}$ 。

步骤 9: 根据输入数据速率确定 MES 有效全向辐射功率谱  $e.i.r.p._0(f)$ 。

$e.i.r.p._0(f)$ : MES 传输的标称功率谱密度, 图 12 中曲线的一种相应数学表示。

步骤 10: 载波对噪声加干扰的比计算如下:

$$C/(N+I) = \frac{10^{PR/10} \times k T B_{IF} \times (R_C)^4}{d_{MS}^4} \quad (39)$$

$$+ \int_{CF_{MS} - \frac{B_{IF}}{2}}^{CF_{MS} + \frac{B_{IF}}{2}} \sum_{MESs} \frac{\beta e.i.r.p._0(CF_{MES} - f)}{d_{MES-MS}^4} df$$

其中:

- $PR$ : MS 接收机的保护比 (dB)
- $k$ : 波尔兹曼常数 ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)
- $T$ : MS 接收机噪声温度 (K)
- $B_{IF}$ : MS 接收机 IF 带宽 (Hz)
- $R_C$ : MS 基站至覆盖边缘的距离 (m)
- $d_{MS}$ : MS 发射机和 MS 接收机之间的距离 (m)
- $CF_{MS}$ : MS 信道的中心频率 (Hz)
- $MESs$ : 激活 MES 发射机的数目
- $\beta$ :  $(h_{MES})^2 \times h_{MS}^2 \times g_{MS} \times p_{MES} \times D_{MS}$
- $h_{MES}$ : MES 天线的高度 (m)
- $h_{MS}$ : MS 接收天线的高度 (m)
- $g_{MS}$ : 接收天线的数值增益
- $p_{MES}$ : MES 发射机功率 (W)
- $D_{MS}$ : 对比 MES 信号的 MS 接收机天线的极化隔离因子 (真数值因子, 小于或等于 1)
- $e.i.r.p._0(f)$ : 如前面步骤 9 定义的 MES 有效全向辐射功率谱密度 (W/Hz)
- $CF_{MES}$ : 各 MES 发射机的中心频率 (Hz)
- $f$ : 频率 (Hz)
- $d_{MES-MS}$ : MES 发射机至 MS 接收机之间的距离 (m)。

$C/(N+I)$  等式采用了等式 (31) 中的传播模型以及中等场强电平, 即  $p = 50\%$ 。

步骤 11: 如果  $C/(N+I)$  小于 MS 接收机的设计门限, 那么认为试验会对干扰产生影响。

用影响干扰的试验数目除以总试验数目的比来计算干扰概率。如果是连续接收传输, 则该结果是对 MS 接收机的干扰概率。

在低 MS 业务负载的情况，对 MS 接收机的干扰概率以信道的爱尔兰因子降低。

如果以 50%以外的其他  $p$  值模型化的  $C/(N+I)$ ，需要修改等式 (39) 以计入与  $p$  有关的路径损耗的变化和由等式 (31) 传播模型给出的距离。

### 3 移动业务台站对非 GSO MSS 卫星的干扰模型

窄带非 GSO MSS 网络将采用动态信道分配技术以避免信道被移动业务台站激活使用。只要动态信道分配系统正确识别所有激活 MS 信道，非 GSO MSS 上行链路仅在不对移动业务台站传输发生潜在干扰的信道上开始传输。该模型检验是否有足够的未使用的信道数，以可用的空闲信道支持非 GSO MSS 操作。

模拟确定卫星波束内可在共用频谱工作的移动业务台站的数目且仍允许非 GSO MSS 上行链路的每卫星平均至少 6 个信道。这一最坏情况假设给出能在共用频谱内工作的移动业务台站数的下限，此时仍允许非 GSO MSS 网络工作在理论容量的 36%。（选择每卫星的上行链路信道数以允许卫星工作于设计的容量。）

输入参数是：

a) 移动业务信道划分计划（25、12.5 或 6.25 kHz）

用于确定栅型的 MS 站的中心频率，以及如图 13 所示的移动业务发射频谱。

b) MES 上行链路数据速率（9.6、4.8 或 2.4 kbit/s）

用于确定如表 4 所示的非 GSO MSS 上行链路栅型的中心频率。

c) 共用频谱的总量（1 MHz 或 5 MHz）

d) 移动业务台的平均激活因子（0.01、0.003、0.001 或 0.0003 E）。

图 13  
移动业务台站发射信号掩模

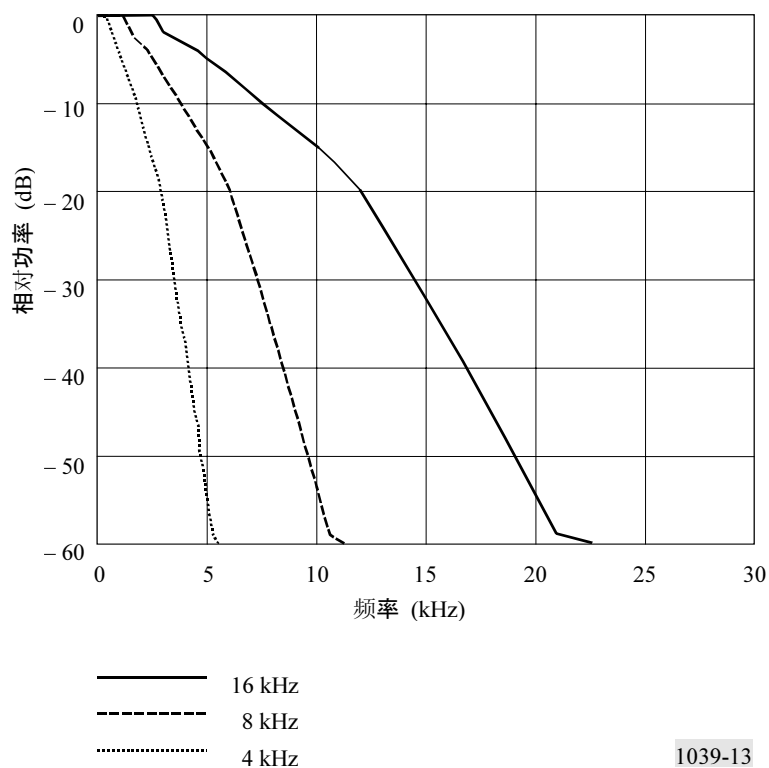


表 4  
MES 典型的上行链路信道带宽

| 数据速率<br>(kbit/s) | 信道带宽<br>(kHz) |
|------------------|---------------|
| 9.6              | 15            |
| 4.8              | 10            |
| 2.4              | 5             |

对各组输入参数，执行以下步骤：

步骤 1：移动业务台的起始值设置为 1 000。

步骤 2：移动业务台在卫星上行链路波束覆盖区内随机分布。

步骤 3：根据输入移动业务信道划分计划确定移动业务发射机有效全向辐射功率谱 $[e.i.r.p._0(f)]_{MS}$ ，

其中：

$$[e.i.r.p._0(f)]_{MS} = e.i.r.p._{MS} \times PSD_0(f) \quad (40)$$

$e.i.r.p._{MS}$ ：移动业务台的有效全向辐射功率

$PSD_0(f)$ ：MES 传输的标称功率谱密度，图 13 中曲线的一种相应数学表示。

步骤 4: 根据输入的 MES 上行链路的数据速率确定非 GSO MSS 卫星系统上行链路信道带宽 BW。

步骤 5: 对于各试验, 非 GSO MSS 卫星星座随时间随机转动, 且执行足够次的试验以保证计算的移动业务台的数目是可靠的。需要执行下述步骤:

子步骤 1: 对各移动业务台, 发射中心频率  $CF_{MS}$  根据输入的移动业务信道划分计划在输入的共用频谱 1 MHz 或 5 MHz 中随机选择。

子步骤 2: 对计算各移动业务台和非 GSO MSS 卫星多普勒频移  $\Delta f_{\text{多普勒}}$  时, 应考虑发射和接收设备的相对速度。接收机处观察到的多普勒偏移为:

$$\Delta f_{\text{多普勒}} = (v/c)F_0 \quad (41)$$

其中:

$\Delta f_{\text{多普勒}}$ : 多普勒偏移 (Hz)  
 $v$ : 发射机和接收机之间的相对速度 (m/s)  
 $c$ : 光速 ( $3 \times 10^8$  m/s)  
 $F_0$ : 发射频率 (Hz)。

子步骤 3: 对于各非 GSO MSS 卫星和对非 GSO MSS 上行链路信道中心频率  $CF_{CH}$ , 在输入的共用频谱内, 干扰与噪声之比的计算如下:

$$(I/N)_{CH} = \frac{\varepsilon}{BW} \cdot \int_{CF_{CH} - \frac{BW}{2}}^{CF_{CH} + \frac{BW}{2}} \sum_{MSs} \left( e.i.r.p_0(CF_{MS} + \Delta f_{\text{Doppler}} - f) \right)_{MS} df \quad (42)$$

其中:

$$\varepsilon = (G/T)_{SAT} / [ (Alt_{SAT} \times F \times (4\pi/c))^2 \times kBW ] D_{SAT} \quad (43)$$

其中:

$(G/T)_{SAT}$ : MSS 卫星天线轴向增益 (真数值) 除以接收机系统噪声温度 ( $K^{-1}$ )  
 $Alt_{SAT}$ : 卫星高度 (m)  
 $F$ : 信道中心频率 (Hz)  
 $c$ : 光速 ( $3 \times 10^8$  m/s)  
 $k$ : 波尔兹曼常数 ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)  
 $BW$ : MSS 卫星接收机带宽 (Hz)  
 $D_{SAT}$ : 对比 MS 信号的 MSS 卫星接收机天线的极化隔离因子 (真数值因子, 小于或等于 1)。

$I/N$  等式采用了空间传播模型。

子步骤 4: 对于各非 GSO MSS 卫星, 计算那些  $I/N < 10$  dB 的空闲信道的总数。

步骤 6: 如果算出的空闲信道的最小值大于 6, 那么移动业务台的数目可增至 1 000, 且从步骤 2 开始重复上述步骤。

步骤 7: 重复该程序直至 MS 台站的最大值仍使得可找到 6 个空闲信道。

## 附件 3 的附录 1

### 统计模型的应用举例

#### 1 引言

本附录给出了本建议书的附件 3 中两种统计模型的应用举例。

非 GSO MSS 网络的例子采用了以下特性：相对赤道倾斜  $50^\circ$  的 8 个轨道平面中 48 颗卫星；每个轨道上有 950 km 高度的圆形轨道的 6 颗等间隔的卫星；地—空传输是窄带频分复用方式；工作于存储转发方式；在包含数字分组的 500 ms 帧中传输；卫星采用扫频接收机为地球站的上行链路传输分配未用的信道以实现 DCAAS；工作于 149 MHz；MES 天线高 1.5 m、垂直极化和 0 dBi 增益；上行链路数据速率 2.4、4.8 和 9.6 kbit/s。假设只有一个 MSS 系统在某一特定地理区域内工作于最大容量，（本例中，在邻近美国的地区每天地—空传输 22 000 000 个分组）。

LMS 模型的特性如下：模拟、调频系统（或数字调制，二进制 FSK 系统）；指向卫星的增益为 0 dBi 的垂直极化天线；最小接收信号功率假设为  $-140$  dBW；以 6.25、12.5 和 25 kHz 信道带宽的各信道的负载是低爱尔兰的。模型中采用的技术特性是对工作在 1 GHz 以下频带的特定 LMS 系统的。对于频率共用分析，模型中的 LMS 是工作在美国的 20 个人口最稠密城市的。

#### 2 非 GSO MSS 地球站对 LMS 的潜在干扰

LMS 和其基站之间的距离以 0-20 km 圆形群集分布为模型，20 km 为相应门限接收功率。LMS 接收机的保护比设置在 10.7 dB，而其噪声温度为 3 890 K。LMS 接收机天线高度为 3.22 m。LMS 接收机天线和 MES 发射天线具有相同的极化，因此极化隔离因子设置为等于 1.0。考虑 MSS 地球站是均匀分布的和群集分布的。模拟中采用 128 个激活的 MES。假设 1 MHz 共用频带且上行链路信道选择考虑随机算法和填隙算法。

用这些被选参数  $C/(N+I)$  等式则为：

$$C/(N+I) = \frac{10^{3.204}}{d_{MS}^4} + 10^{-15.07} + \int_{CF_{MS} - \frac{B_{IF}}{2}}^{CF_{MS} + \frac{B_{IF}}{2}} \sum_{MESs} \frac{10^{2.815} \times e.i.r.p._0(CF_{MES} - f)}{d_{MES-MS}^4} df$$

(44)

表 5 给出了参数确定的范围模拟程序计算出的干扰概率的上限。（采用该模型计算的概率是系统采用 DCAAS 的干扰概率。因此它们是干扰概率值的上限。采用 DCAAS 的实际干扰的概率会是以表 5 中的概率用 DCAAS 系统未检测到激活信道的概率相乘，例如  $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  或更小。）原始概率的含义可能很难解释，为此将它们转换为表 6 所示的干扰事件的平均时间。表 6 中的干扰事件平均时间是从表 5 中的概率的倒数×0.5 s 得到的，MES 的传输周期采用模型中的。表 5 和表 6 中的结果是对应 LMS 连续工作的条件。表 7 给出业务量为 0.01 E 的典型陆地移动用户干扰事件之间的平均时间。

表 5  
干扰概率

|                   |                          | 均匀分布     |            | 群集分布    |           |
|-------------------|--------------------------|----------|------------|---------|-----------|
| 陆地移动信道划分<br>(kHz) | MES 上行链路数据速率<br>(kbit/s) | 随机选择     | 填隙选择       | 随机选择    | 填隙选择      |
| 25                | 9.6                      | 0.00038  | 0.000055   | 0.0013  | 0.00020   |
|                   | 4.8                      | 0.00025  | 0.0000058  | 0.00088 | 0.000022  |
|                   | 2.4                      | 0.00016  | 0.00000093 | 0.00052 | 0.0000034 |
| 12.5              | 9.6                      | 0.00023  | 0.00019    | 0.00075 | 0.00064   |
|                   | 4.8                      | 0.00012  | 0.000020   | 0.00039 | 0.000069  |
|                   | 2.4                      | 0.000067 | 0.0000024  | 0.00023 | 0.0000084 |
| 6.25              | 9.6                      | 0.00014  | 0.00015    | 0.00049 | 0.00051   |
|                   | 4.8                      | 0.000094 | 0.00011    | 0.00032 | 0.00037   |
|                   | 2.4                      | 0.000066 | 0.000074   | 0.00023 | 0.00026   |

表 6  
干扰事件之间的最坏（最小）平均时间

| 陆地移动信道划分<br>(kHz) | MES 上行链路数据速率<br>(kbit/s) | 均匀分布          |         | 群集分布          |         |
|-------------------|--------------------------|---------------|---------|---------------|---------|
|                   |                          | 随机选择<br>(min) | 填隙选择    | 随机选择<br>(min) | 填隙选择    |
| 25                | 9.6                      | 22            | 3 h     | 7             | 42 min  |
|                   | 4.8                      | 34            | 24 h    | 10            | 7 h     |
|                   | 2.4                      | 50            | 150 h   | 16            | 41 h    |
| 12.5              | 9.6                      | 36            | 44 min  | 11            | 13 min  |
|                   | 4.8                      | 70            | 7 h     | 22            | 120 min |
|                   | 2.4                      | 130           | 60 h    | 36            | 17 h    |
| 6.25              | 9.6                      | 60            | 55 min  | 17            | 17 min  |
|                   | 4.8                      | 90            | 75 min  | 26            | 23 min  |
|                   | 2.4                      | 130           | 120 min | 36            | 32 min  |

表 7  
典型的按键通话用户（0.01 E）的干扰事件之间的平均时间

| 陆地移动信道划分<br>(kHz) | MES 上行链路数据速率<br>(kbit/s) | 均匀分布        |       | 群集分布        |       |
|-------------------|--------------------------|-------------|-------|-------------|-------|
|                   |                          | 随机选择<br>(h) | 填隙选择  | 随机选择<br>(h) | 填隙选择  |
| 25                | 9.6                      | 37          | 10 日  | 11          | 69 h  |
|                   | 4.8                      | 56          | 100 日 | 16          | 26 日  |
|                   | 2.4                      | 83          | 21 月  | 27          | 68 日  |
| 12.5              | 9.6                      | 60          | 73 h  | 18          | 22 h  |
|                   | 4.8                      | 120         | 29 日  | 36          | 200 h |
|                   | 2.4                      | 210         | 8 月   | 60          | 71 日  |
| 6.25              | 9.6                      | 100         | 92 h  | 28          | 28 h  |
|                   | 4.8                      | 150         | 130 h | 43          | 38 h  |
|                   | 2.4                      | 210         | 190 h | 60          | 53 h  |

对于陆地移动信道划分，MES 上行链路数据速率以及其他参数与本例所采用的那些不同时，可采用插值法确定干扰概率的大概值和干扰事件之间的平均时间。

### 3 LMS 对非 GSO MSS 卫星的潜在干扰

本建议书附件 3 的第 3 节的模型执行确定 MSS 卫星上行链路波束范围内 LMS 数目以模拟计算，这些 LMS 可工作在共用频谱内且仍为 MSS 上行链路每卫星提供平均至少 6 条信道。该每卫星的平均假设是最坏情况，因为对所有可见卫星的平均值将比每卫星的平均值大，这样提供的是工作在共用频谱内 LMS 数目的下限。卫星足迹大致是邻近美国的大小，12 000 000 km<sup>2</sup>。本例中所需的其他技术参数值有：

MSS 卫星  $G/T = -30.1$  dB (K<sup>-1</sup>)

LMS 天线增益 = 6 dBi 水平方向和指向卫星为 0 dBi。

假设 MSS 卫星接收机天线相对 LMS 信号无极化隔离，因此极化隔离因子设置为等于 1.0。

根据所选的参数值， $I/N$  等式变为：

$$(I/N)_{CH} = \frac{10^{6.25}}{BW} \cdot \int_{CF_{CH} - \frac{BW}{2}}^{CF_{CH} + \frac{BW}{2}} \sum_{MSS} \left( e.i.r.p_0(CF_{MS} + \Delta f_{\text{多普勒}} - f) \right)_{MS} df \quad (45)$$

考虑四个 LMS 平均激活因子，0.01、0.003、0.001 和 0.0003 E（爱尔兰是业务量强度的度量。本文件中是对 LMS 利用的度量）。这四个值对应 LMS 传输的平均值分别为每月 432 分钟、130 分钟、43 分钟和 13 分钟。假设 0.4 的话音激活因子，等效通话时间为每月 1 080 分钟、325 分钟、108 分钟和 33 分钟。注意这些平均值是对所有 LMS 和整个月份的。

表 8 给出了参数确定的范围模拟程序计算出的工作于 1 MHz 共用频谱邻近美国的 LMS 数目的下限。

表 8  
共用频谱 1 MHz 内的 LMS 数目的下限

| 陆地移动信道划分<br>(kHz) | MES 上行链路数据速率<br>(kbit/s) | LMS 平均激活因子 |         |         |           |
|-------------------|--------------------------|------------|---------|---------|-----------|
|                   |                          | 0.01 E     | 0.003 E | 0.001 E | 0.0003 E  |
| 25                | 9.6                      | 12 000     | 38 000  | 120 000 | 380 000   |
|                   | 4.8                      | 17 000     | 55 000  | 170 000 | 550 000   |
|                   | 2.4                      | 23 000     | 77 000  | 230 000 | 770 000   |
| 12.5              | 9.6                      | 16 000     | 52 000  | 160 000 | 520 000   |
|                   | 4.8                      | 24 000     | 80 000  | 240 000 | 800 000   |
|                   | 2.4                      | 35 000     | 120 000 | 350 000 | 1 200 000 |
| 6.25              | 9.6                      | 18 000     | 60 000  | 180 000 | 600 000   |
|                   | 4.8                      | 35 000     | 120 000 | 350 000 | 1 200 000 |
|                   | 2.4                      | 58 000     | 190 000 | 580 000 | 1 900 000 |

表 9 给出了假设 5 MHz 共用频谱的下限。这些下限远比 1 MHz 共用频谱的 5 倍还大。

表 9  
共用频谱 5MHz 内的 LMS 数目的下限

| 陆地移动信道划分<br>(kHz) | MES 上行链路数据速率<br>(kbit/s) | LMS 平均激活因子 |           |           |            |
|-------------------|--------------------------|------------|-----------|-----------|------------|
|                   |                          | 0.01 E     | 0.003 E   | 0.001 E   | 0.0003 E   |
| 25                | 9.6                      | 110 000    | 370 000   | 1 100 000 | 3 700 000  |
|                   | 4.8                      | 125 000    | 420 000   | 1 300 000 | 4 200 000  |
|                   | 2.4                      | 170 000    | 570 000   | 1 700 000 | 5 700 000  |
| 12.5              | 9.6                      | 115 000    | 380 000   | 1 200 000 | 3 800 000  |
|                   | 4.8                      | 190 000    | 630 000   | 1 900 000 | 6 300 000  |
|                   | 2.4                      | 255 000    | 850 000   | 2 600 000 | 8 500 000  |
| 6.25              | 9.6                      | 120 000    | 400 000   | 1 200 000 | 4 000 000  |
|                   | 4.8                      | 230 000    | 770 000   | 2 300 000 | 7 700 000  |
|                   | 2.4                      | 450 000    | 1 500 000 | 4 500 000 | 15 000 000 |

表中未给出的参数值，可采用插值法确定下限的大致数值。

## 附 件 4

### 采用动态信道分配技术避免频率干扰

#### 1 引言

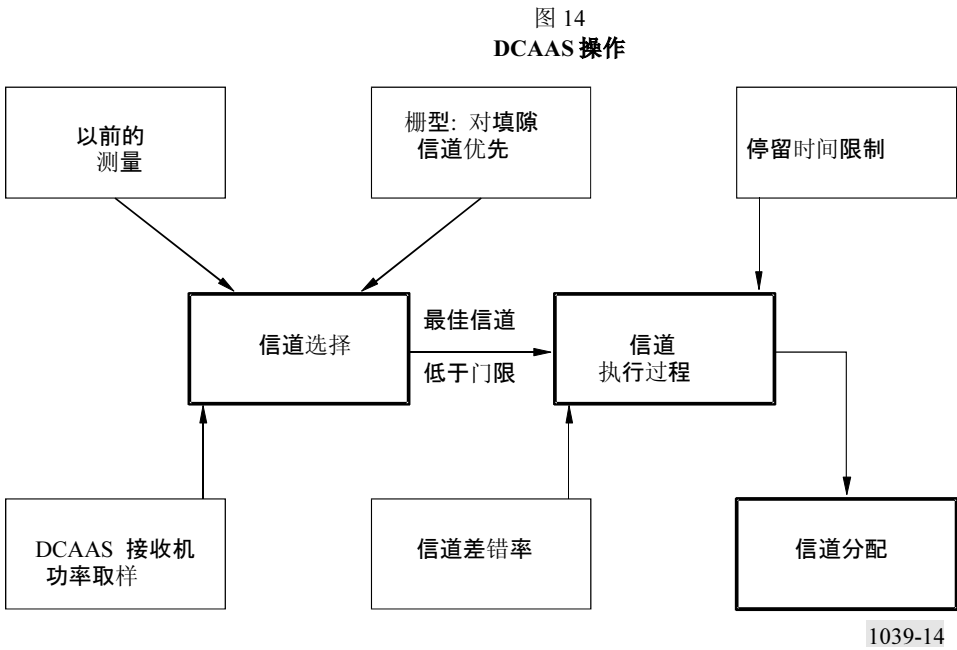
本附件描述非 GSO MSS 网络采用的检测工作在相同频带的地面业务系统中的开放信道的技术，检测到信道之后对它们进行识别作为 MSS 系统的 MES 的上行链路传输之用。当本附件所给的 DCAAS 的细节用于 LEOTELCOM-1 网络，其他 MSS 网络正计划采用根据相同原理的同样频带的扫频系统，但在它们特殊的实施方面会有不同。

这种技术提供了基于避免同频带内其他同频基本地面业务干扰的演示。用于描述这种技术的名称就是 DCAAS，且已在 LEOTELCOM-1 MSS 卫星网络中成功地实施了。本节还包括了测试信息。

2 DCAAS 操作

DCAAS 由一个接收机和所有卫星星座上的处理单元组成（见图 14）。DCAAS 以 2.5 kHz 的间隔扫描地面传输的 MES 上行链路频带，识别出哪些信道未使用并将这些信道分配给 MES 用于上行链路。这一处理的目的是避免 MES 的传输干扰地面接收机，即避免 MES 在激活移动信道上传输。

图 14 是影响信道选择的各种因子和由 DCAAS 操作完成的执行程序的图形表示。



2.1 信道选择

对各扫描识别优选的可用信道的算法有三个输入：

- **功率取样** — 首先选择涉及功率取样的判据。一个卫星接收机工作于 DCAAS 模式并扫描选择操作范围内的所有信道。信道的功率取样落于声明的特殊门限之下则作为备用。确定功率取样门限是一个难下的决定，而且它是信道选择判据中分量最重的。
- **栅型优先** — 第二个信道选择判据是涉及栅型优先。在全球有许多以 20 kHz、25 kHz 或其他 kHz 信道划分或栅型的无线系统（包括寻呼和蜂窝系统）。卫星系统设计成最好在这些标准信道划分地面系统之间的信道空隙上。这些优先的载波在信道选择算法中比质量因子重要得多，但仍低于确定硬性门限。当 DCAAS 系统研究了所有可能使用的上行链路信道，最终信道置于已知的地面信道的栅型空隙上。

- **质量因子** — 第三个信道选择判据考虑在以前的若干频带扫描上测量功率取样且被作为质量因子。质量因子是对信号当前功率电平和以前功率电平测量由算法确定的结果。

一旦考虑了所有因素，从可用信道中选出要用的信道并传达到 DCAAS 系统的信道执行部分。

重要的是应注意：

- MSS 只有在接收到来自卫星的下行链路信号告知哪些上行链路信道可用时才可发射；
- 如果 DCAAS 系统在特定时间未能找到待用信道，DCAAS 将不允许 MES 发射。

除了搜寻待用信道，DCAAS 处理器还预测哪个可用信道在未来的最短期最为可用。

## 2.2 信道执行过程

一旦信道选择处理确定了选用信道的频率，信道执行处理将这些信道分配用于随机接入（捕获/通信传输）和预留信道使用（消息传输）。剩余的信道都置入一个备用储存区。当随机接入接收机的信道限时定时器超期或超出性能测量门限（差错率）时用到备用储存区。

对于卫星接收机规定信道切换的四个条件：

- 超过随机接入接收机的差错率门限；
- 超过预留接收机的差错率门限；
- 采用新 DCAAS 扫描数据的信道选择处理表示出功率电平超过当前分配信道上的质量因子门限；
- 如果可以的话，信道限时定时器超期。

如果仅有几个 MES 向卫星发射，卫星将使用中的上行链路换至不同的频率的时间取决于在卫星检测到干扰事件开始和 DCAAS 扫描处理之间的相关性。对于一个系统操作者的执行过程 DCAAS 处理的重复时间大约为 5 s。

如果有许多 MES 向卫星发射，若信道超过了差错门限卫星将上行链路换至不同频率的时间就设计得快些。

正如所看到的，DCAAS 采用从当前扫描的数据识别显现待用的信道，然后将当前扫描得到的信息与以前扫描得到的信息结合，做出这些可用信道哪些仍保持待用的预测。

## 2.3 消息长度

在频率敏感的系统星座中，用户只能有两种类型的发送：在随机接入信道上发送短突发或接入请求，或在消息信道上发送较长的消息传输突发。对每个消息突发具体控制频率和发送时间。在 DCAAS 控制下，随机接入信道的频率将以某一间隔频繁地改变，但始终位于地面用户占用最少的频道上。

一旦得知进入系统，用户可发送一个 15 字节的通信分组或一个发送较长消息的请求。

如果需要发送较长的消息，用户发送一个接入消息信道的请求并提供所要发送消息的总长度。该信道请求本身是一个 15 字节 50 ms 长的分组。接着用户在一个突发中发送的最大消息长度（即字节数）与一个从 DCAAS 处理获得的具体的发射频率一起转发回来。该允许的最大消息长度用于将用户消息的最大发送长度控制在单一频率发送时小于 450 - 500 ms。因为最初用户—卫星握手连接是在一个用作随机接入联络线的频道上，用户消息将在另一个不同的频率上发送。

如果允许的最大消息长度短于用户的总消息长度，这条消息将用若干突发来传送。每个用户突发的发送频率都由星上的 DCAAS 处理来控制，并且频率都不同。用这种方法可以控制用户在单一频率上可发送的最大时间。

### 3 DCAAS 概率的考虑

#### 3.1 分配激活信道的概率

在一些情况，由于障碍物，诸如建筑物，沿移动发射机和卫星之间地—空路径卫星上的 DCAAS 接收机会看不到地面移动发射机。在这种情况下，DCAAS 接收机失去移动发射机的方向以及由此影响到为 MES 发射机分配激活信道。发生这种情况的概率根据位置和地形而变。

其他影响 DCAAS 分配激活信道的概率难以量化的有：

- 如果采用频率再用的地面移动业务对频带的使用率已相当高时，具有高概率的可见卫星的第二个移动发射机也是采用这个相同的信道，从而防止 DCAAS 分配该信道。
- 如果移动发射机至卫星的地—空路径被阻塞，MES 和移动接收机之间的地面路径会有相当的概率也遭受阻塞。可预期在地—空路径上阻塞概率高的区域，地面路径的阻塞概率也高。
- DCAAS 处理器中的预测算法将估算其可用信道直至下次扫描完成将保持无干扰的概率。这需要将当前扫描的数据考虑进去，因此地面移动发射机使用的信道在障碍物后突然消失时如果其他信道可用，则该信道将不会被分配使用。

考虑所有这些因素，对 DCAAS 分配一个激活信道得到一个单个的概率是一个极为困难的任务，且此概率对不同的地理区域又会不同，但在此概率的干扰计算会仅采用估算的数量级。由于这些原因，将 DCAAS 失败的概率估算得很低。

#### 3.2 MES 在靠近移动接收机处发射的概率

如果 DCAAS 系统看不见地面移动接收机，且碰巧为 MES 发射分配了信道，那么依赖包括 MES 和移动接收机之间距离、MES 的数目和当移动台接收时同时发射的 MES 的若干因素，它可能导致对移动接收机的干扰。这一课题已在附件 1、2 和 3 中论述。

## 4 由于 DCAAS 技术避免了干扰的概率

WARC-92 将 137-138 MHz（下行链路）频带和 148-149.9 MHz（上行链路）频带分配给 MSS。这些频带又是与地面业务共用的。DCAAS 技术的操作使得 MES（卫星）以避免对 148-149.9 MHz 频带的其他用户的干扰的方式得以传输。当然它也通过下行链路得以完成传输。

特别是 148-149.9 MHz 频带是大量地面系统采用的频带。为了有效操作，MSS 系统必须在几秒的扫描时段内对该频带的信道扫描和识别哪个信道未被激活使用。对于操作在 148-149.9 MHz 频带中的 FDMA MSS 卫星系统不采用某种方法，例如 DCAAS 是不可能的。地面接收机在正激活使用的信道上的接收尝试都会导致对卫星的干扰以及 MSS 数据的全部丢失。

### 4.1 共用方法方面

DCAAS 识别由地面业务正激活使用的信道且避开选用这些信道用于开发共用方法技术所考虑的五个方面：

- 由一个运营商实施的系统每 5 s 为待用信道扫描一次频带。如果没有可用的待用信道，DCAAS 系统将不允许 MES 发射。DCAAS 系统避免为 MES 的上行链路传输分配激活移动信道（在 7.5 kHz 中指向卫星的 e.i.r.p.>0.1 W）。
- 万一 DCAAS 系统非故意地分配了激活信道，发射 MES 距被检测到的接收移动单元非常近的概率应很低。
- 如果 DCAAS 选择的信道接收到了干扰，DCAAS 将迅速选择另一不同的信道。
- MES 传输的短突发期间进一步减少干扰的影响。
- MES 消息传输的结构应是当干扰发生时，它将停止传输或重传。

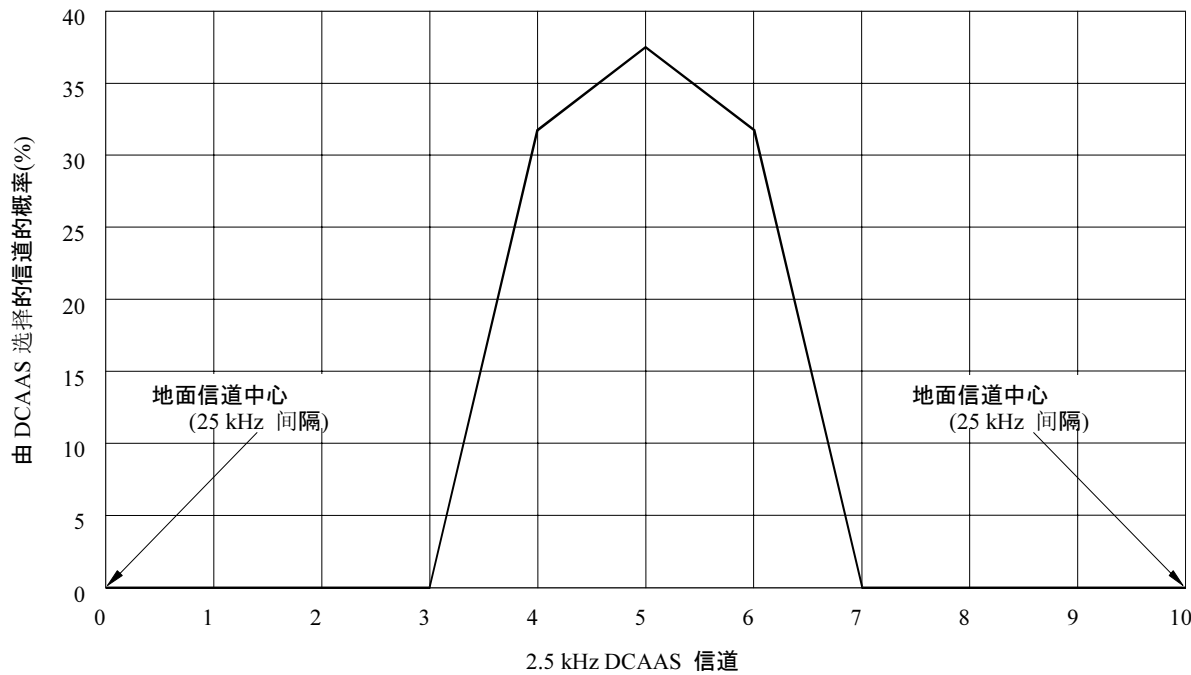
本附件已描述了 DCAAS 技术。DCAAS 技术的基本原理可以多种方式实现。例如 LEO-L MSS 系统设计采用一种数字动态信道分配技术，它是在卫星中完成快速傅立叶变换（FFT）处理同时观察整个上行链路频带并识别可分配给 MSS 用户终端的空闲的上行链路信道。FFT 扫频接收机允许重新分配（以每 0.5 s 量级）MSS 上行链路信道以响应测量出的信道可用性。期望的响应作为频率和带宽的函数而变化。例如，在 LEO-L 设计中扫频接收机可在卫星足迹内任何地方以 99.9% 的概率检测一个 0.5 s 时长、460 MHz 频率、2.5 kHz 带宽、3.5 mW 的发射功率信号。对于一个 16 kHz 的信号，灵敏度是 22 mW。在 149 MHz 发射功率灵敏度对 2.5 kHz 和 16 kHz 的信号分别为 0.4 mW 和 2.3 mW。这些灵敏度允许非 GSO MSS 上行链路避开 LMS 系统使用的信道，以及与 1 GHz 以下的非 GSO MSS 之间共用频带和 LMS 有可能扩展到允许出现使用拥塞。

5 避免干扰的演示

5.1 初始测试的模拟

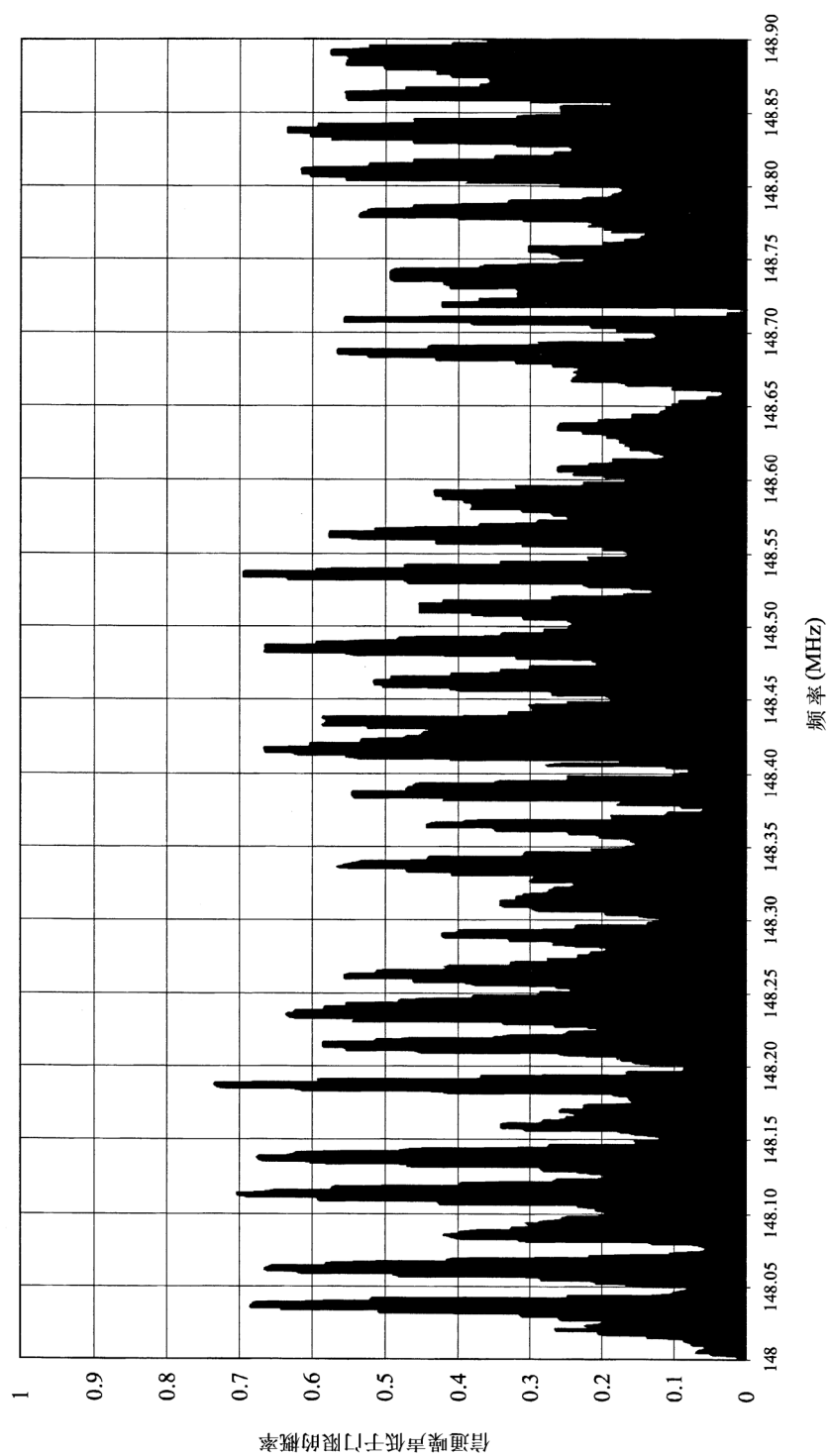
在许多国家上行链路频带的主要占用者是地面移动系统。DCAAS 是特别为避免占用该频带的信道而设计的。通过确定哪些信道未占用且将这些空闲的信道分配给用户移动地球终端，该系统就达到其设计初衷。图 15 表示 DCAAS 算法的信道选择的概率。该算法是运行在基于由通信展示卫星（CDS）采集的全年频率占用数据的模拟计算中的。CDS 从 750 km 高度采集 148-149.9 MHz 频带上的扫频数据。CDS 卫星是为采集 148-149.9 MHz 上行链路频带的地面应用的信息而设计的低轨实验卫星。卫星从 750 km 的高度采集了约两年的数据。

图 15  
DCAAS 做出的频率选择



基本采用从 CDS 卫星采集的全年频率占用数据的模拟

图 16  
无干扰信道的概率



## 5.2 演示测试

目前有一主管部门承担了一项测试方案，评价非 GSO MSS 卫星接收机灵敏度和 DCAAS 在检测 148-149.9 MHz 频带内由于高噪声或模拟话音陆地移动载波造成的噪声功率或信道占用的能力。一个演示测试装置（DTS）在两天时间内执行若干测试。这些测试在两天内的若干良好（高仰角）卫星经过时进行，平均每天有 6-8 颗良好的卫星经过。

已实施了三种类型的测试：

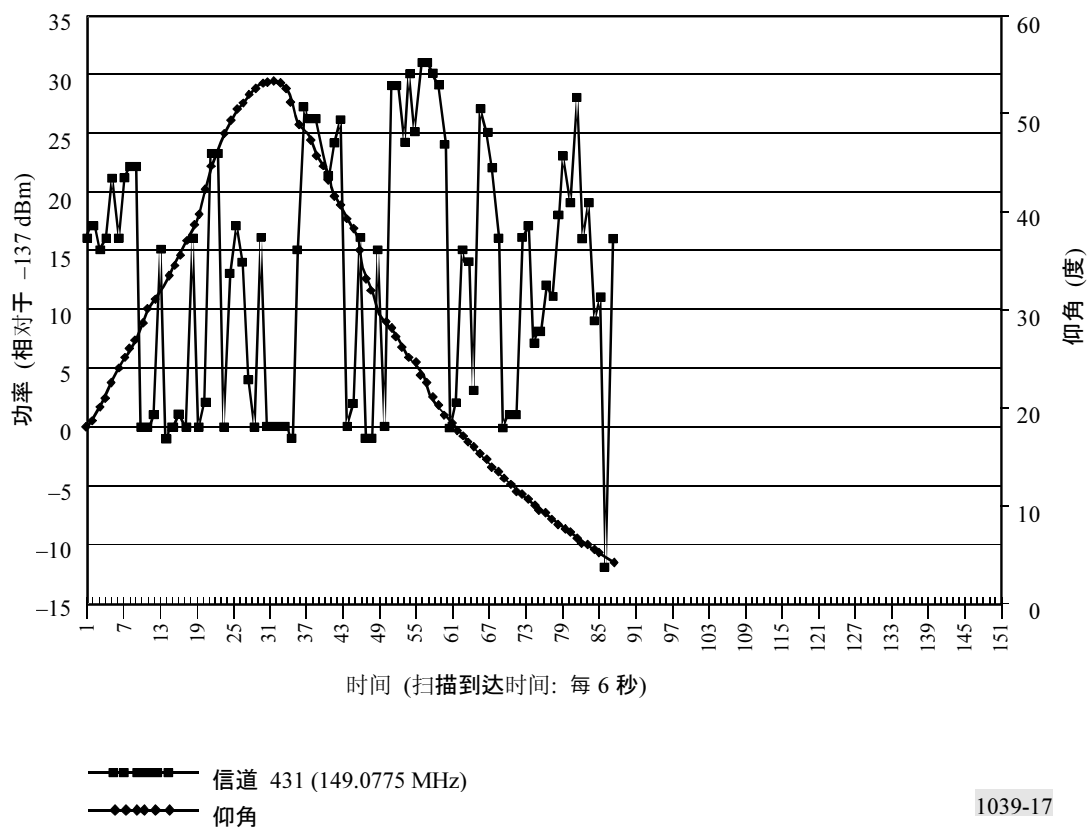
- 卫星接收机灵敏度测试；
- DCAAS 在正常条件下切换和当 DTS 在分配的信道上模拟一陆地移动传输的切换；
- DTS 模拟一个 MES 干扰与模拟话音陆地移动系统同信道的发射。

### 5.2.1 卫星接收机灵敏度测试

DTS 配置成接收来自卫星的下行链路的扫描数据。扫描数据显示的是卫星可观察到的在其 3 000 英里直径覆盖区内的 148-149.9 MHz 频带的频谱噪声（功率）电平。扫描检测卫星接收机的灵敏度就像检测主管部门的寻呼网络所采用的大功率寻呼发射机那样，主管部门利用移动基站在卫星经过时以各种卫星仰角发射 5 W 的载波。移动基站载波由卫星进行检测，如图 17 所示，其中卫星仰角为 50° 和 30°，而 45° 和 20° 时关闭。卫星 Rx 噪声电平确认在 2.5 kHz 接收机带宽内约为 -137 dBm。在该噪声中足以容易地检测到 500 mW 的 LMS 发射机。

图 17

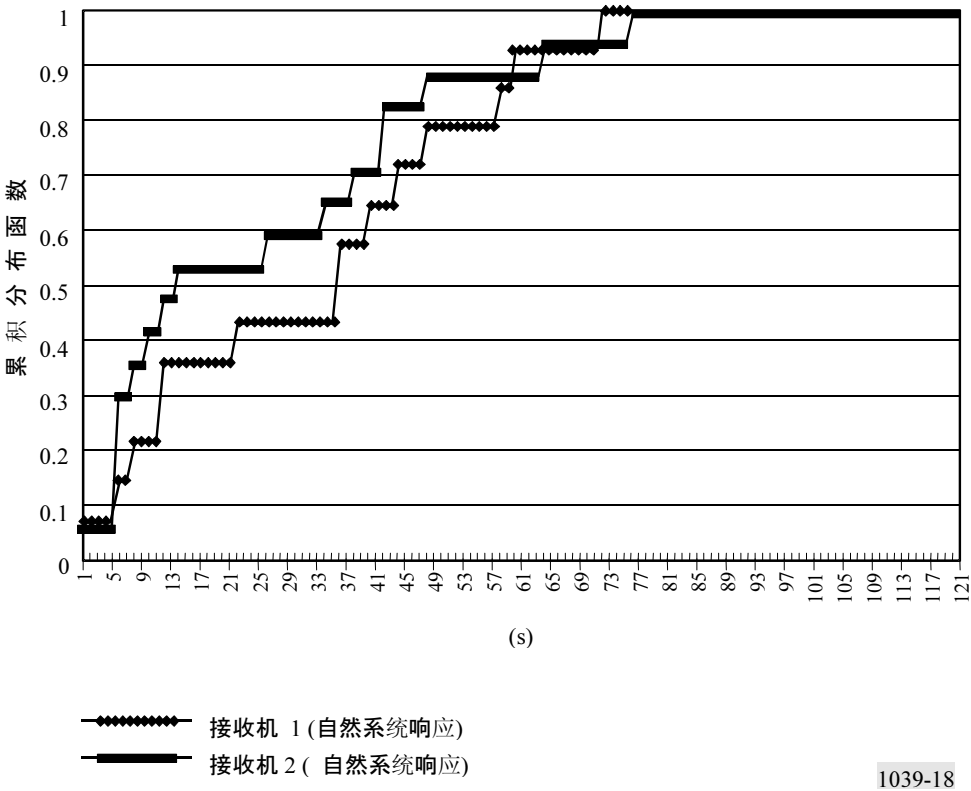
空间飞行器上的接收功率



### 5.2.2 DCAAS 测试

在 DCAAS 测试中 DTS 首先配置成监测分配上行链路信道的切换，其中实际频谱占用控制着 DCAAS 的切换。正如图 18 所示，对于接收信道 1 和 2 的切换的累积分布表示信道发生切换是在 30 s 后时间的 60% 处。下一项测试模拟一个干扰陆地移动发射机或发生在卫星上分配接收信道的高噪声功率干扰。这被称为 DCAAS 的重点测试通过设定 DTS 从 DCAAS 接收分配的上行链路信道的信息来发生，很像 MES 而不是发生捕获传输 DTS 在信道上产生随机噪声信号。

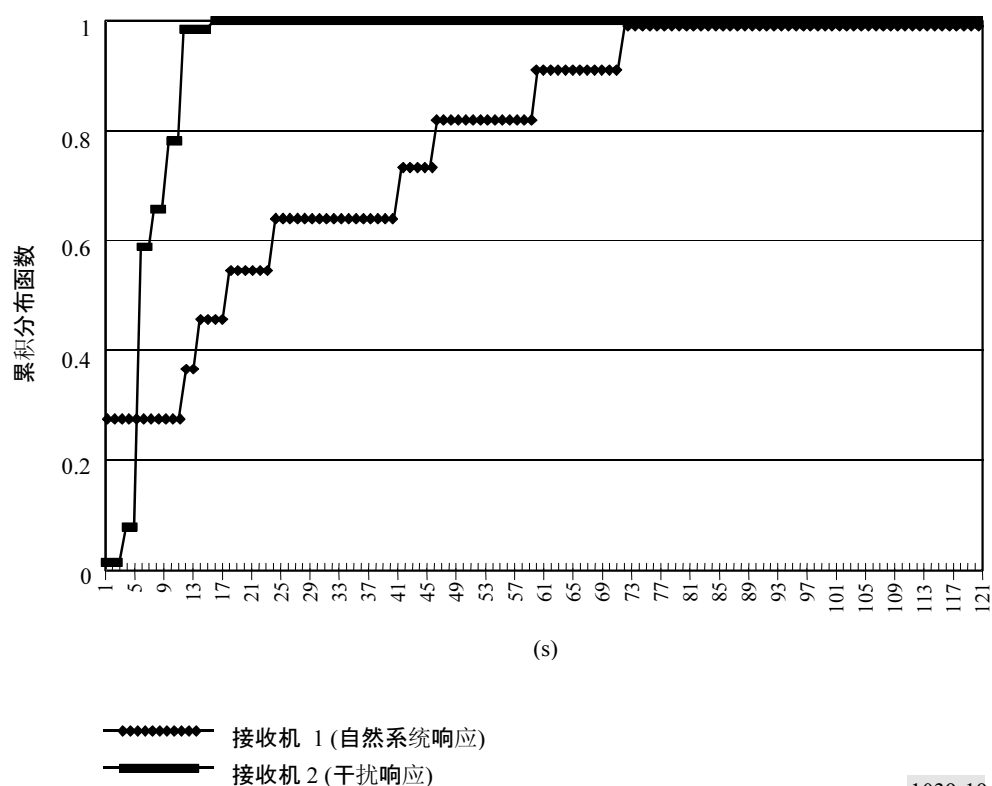
图 18  
选择信道时间的分布



测试证实了 DCAAS 会在一次扫描（大约 6 s）时间的 60%，而 2 次扫描之后（大约 12 s）则超过时间的 90%，见图 19。

图 19

选择信道时间的分布



1039-19

### 5.2.3 对陆地移动系统的干扰

对陆地移动系统的干扰测试由配置 DTS 模拟 MES 3 ms、50 ms、100 ms 和 450 ms 数据突发传输组成。这些传输的功率在 10-30 dBm 间变化。可观察到以下结果：

- 同信道 MES 传输突发不会开启陆地移动接收机上的静音功能；
- 3.3 ms 数据突发的同信道 MES 传输太短而不能开启移动接收机载波抑制或通话的背景噪声；
- 带有载波抑制的移动接收机如果 MES 在大约 25 km 的范围内发送较长的同信道数据突发（50 ms）将观察到静音中断，而这一距离的大小取决于地形阻隔和符合本建议书的其他章节中假设的期望的协调距离的移动接收机的灵敏度；
- 已注意到 DTS 传输对陆地移动呼叫的实际影响在呼叫正在进行时会发生。在这些测试中 DTS 突发可察觉 50 ms 和 100 ms 的同信道 MES 数据突发，而在 450-500 ms 的数据突发时接收的消息将发生中断。已知对 DTS 突发的主观影响的程度是所需载波比干扰的函数 ( $C/I$ )，而它又直接与接收机距 MES 的距离有关与陆地移动发射机的距离有关。概率的分布在本建议书的其他章节中描述。

