

## ITU-R RS.2096 报告

## 固定和移动业务与地球探测卫星业务（无源）共用 10.6-10.68 GHz 频带

(2007 年)

## 目 录

页码

1	引言 .....	2
2	EESS（无源） .....	2
	2.1 应用 .....	2
	2.2 无源传感器参数 .....	2
	2.3 容许干扰标准 .....	5
	2.4 在10.6-10.68 GHz 频带上当前的射频干扰 .....	5
3	固定和移动业务参数 .....	6
	3.1 固定业务 .....	6
	3.2 移动业务 .....	8
4	模拟研究 .....	8
	4.1 常规模拟方法 .....	8
	4.2 第1项模拟研究 .....	9
	4.2.1 点对点固定业务系统 .....	11
	4.2.2 点对多点固定业务系统 .....	14
	4.3 第2项模拟研究 .....	17
	4.4 第3项模拟研究 .....	19
	4.4.1 点对多点固定业务系统 .....	19
	4.4.2 点对点固定业务系统 .....	21
	4.4.3 移动系统 .....	23
	4.5 第4项模拟研究 .....	24
	4.5.1 点对点固定业务系统 .....	24
	4.5.2 移动系统 .....	27

4.6	共用研究结果总结 .....	31
5	抑制技术 .....	36
5.1	地球探测卫星业务（无源） .....	36
5.2	固定业务 .....	38
5.3	移动业务 .....	40
6	结论 .....	40
7	支持的ITU-R文件 .....	41

## 1 引言

本报告的目的是总结固定和移动业务与地球探测卫星业务（EESS）（无源）共用 10.6-10.68 GHz 频带的研究结果。

## 2 EESS（无源）

### 2.1 应用

10.6-10.7 GHz 频带是用于测量海平面和陆地表面的降雨、降雪、海面状况和海洋季风的主要频带。这个频带被认为适合全天候区域，可以使用多频谱系统来建立表面物质特性。

- 在陆地表面，一旦知道土壤水分的含量，则在 10 GHz 频带的测量适合评估植被生物数量。
- 在海平面上，10 GHz 频带适合测量海平面和风速。尤其是，在 10 GHz 频带提供风速测量，对于使用 6 GHz 数据，对海平面温度进行最灵敏的测量，以精确获知海平面温度是至关重要的。

许多传感器正在使用该频带或在不久的将来计划使用该频带，以用于这样的测量。这些测量完全是可操作的（数据的常规使用、服务的连续性、几个可用的数据产品）并在世界范围内使用。在所有区域内的气象组织之间使用和交换这些检索数据。请注意，这些检索参数实际上是从相关的五个频率（6、10、18、24 和 36.5 GHz）上测量的一套数据中获得的。

### 2.2 无源传感器参数

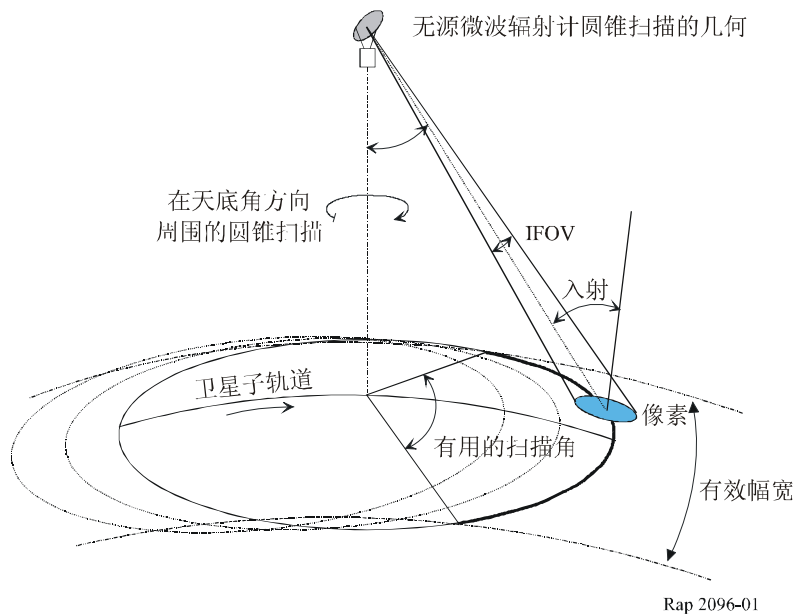
表 1 总结了图 1 中显示的正在或将在 10.6-10.68 GHz 频带内运行的无源传感器圆锥扫描的参数，如图 1 所示。

表 1  
无源传感器参数

信道 10.6-10.7 GHz	传感器 1 10 GHz	AMSR-E	CMIS
信道带宽 (MHz)	100	100	100
横向轨道像素大小 (km)	56.7	27.5	42.9
到天底点漂移角或者半圆锥角 $\alpha$ (度)	44.3	47.5	48.6
在脚印中心的入射角 $i$ (度)	52	55	58.1
极化	H, V	H, V	H, V, R, L
卫星的高度 (km)	817	705	833
最大天线增益 (dBi)	36	42	45
反射器直径 (m)	0.9	1.6	2.2
有效幅宽 (km)	1 594	1 450	1 893
半功率天线波束宽 $\theta_{3\text{ dB}}$ (度)	2.66	1.4	1.02
扫描速率 (单位为 rpm, 每分钟的圈数)	20	40	31.6

H: 水平      V: 垂直      R: 右      L: 左

图 1  
无源微波辐射计圆锥扫描的几何图



根据以下图 2 至图 4 模拟了无源传感器的天线。

图 2

传感器-1 天线在 10.6 GHz 的增益方位图

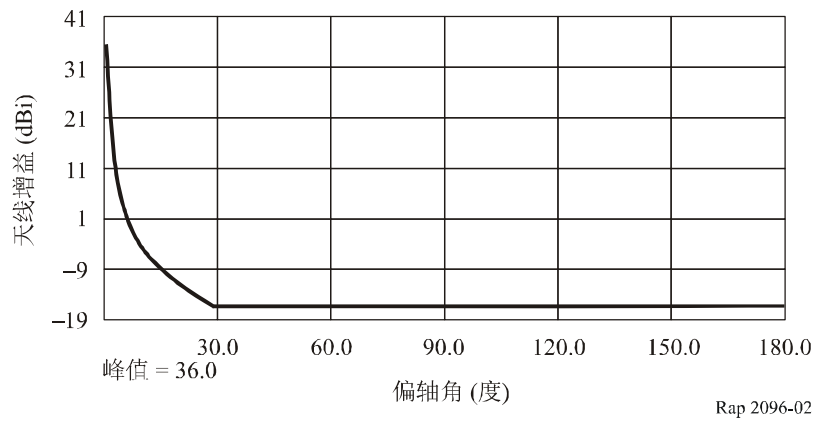


图 3

AMSR-E 天线在 10.6 GHz 的增益方位图

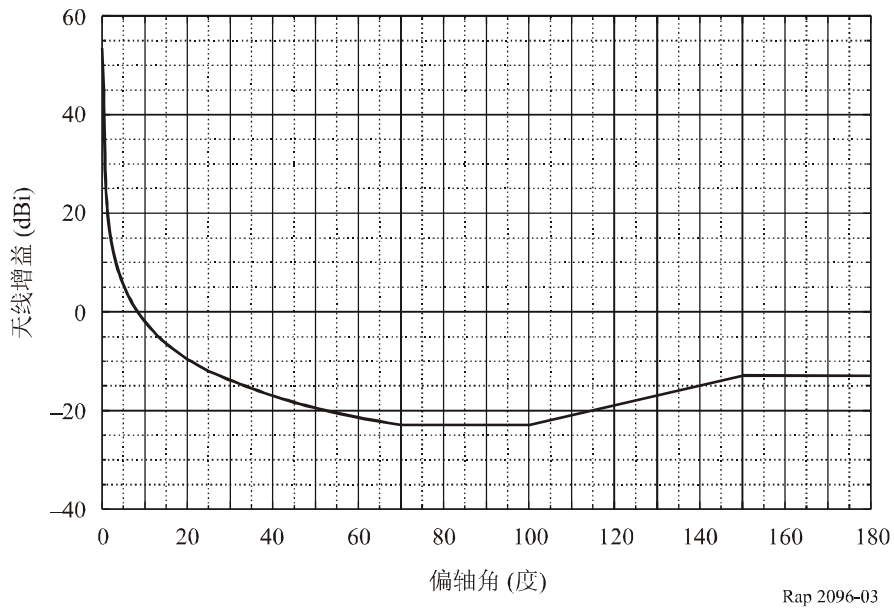
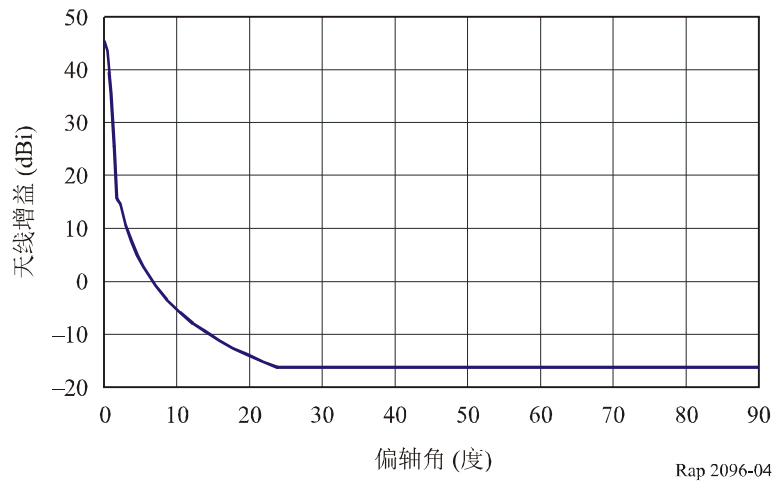


图 4

CMIS 天线在 10.6 GHz 的增益方位图



### 2.3 容许干扰标准

ITU-R RS.1029 建议书 — 关于卫星无源遥感的干扰标准推荐了所有用于干扰评估或共用研究的容许干扰电平以及参考带宽。当前的无源传感器在 10.6-10.7 GHz 频带，容许干扰电平是 $-156$  dBW/100 MHz，未来的无源传感器是 $-166$  dBW/100 MHz，比当前运行的无源传感器更敏感。第一个数字给出的大约是 2003 年的共用情况，而第二个数字是在未来 5-10 年内对传感器技术上可实现的科学要求。ITU-R RS.1029 建议书还规定不应在 0.1% 的传感器观测区超出这些干扰电平，除非有其他说明，传感器观测区是指地球上  $10\,000\,000\text{ km}^2$  的正方形测量区域。

### 2.4 在 10.6-10.68 GHz 频带上当前的射频干扰

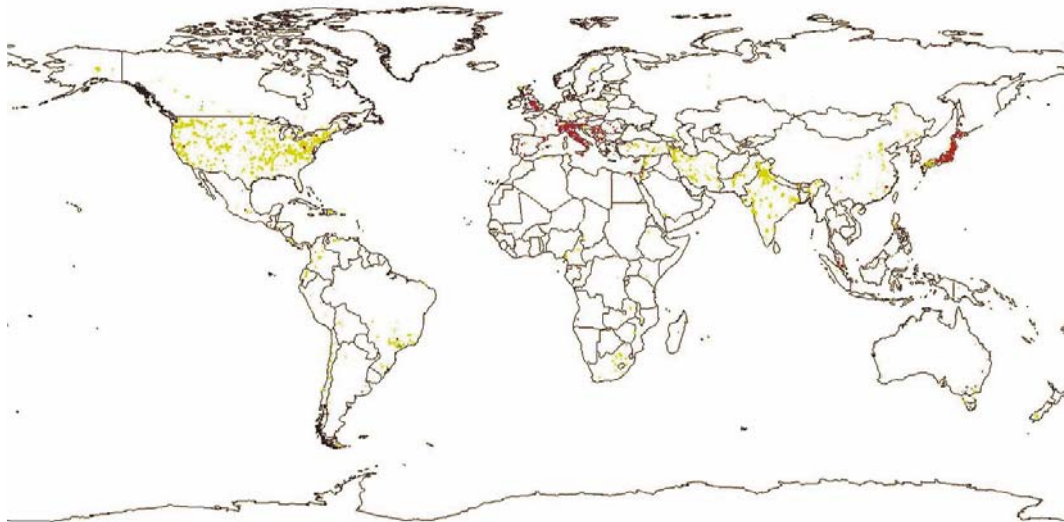
一般来说，在无源传感器的输入处接收到的低电平干扰会使无源传感器的操作恶化，尤其要承认的是，传感器不能区别自然的辐射和人为的辐射。

另一方面，当干扰电平很高，与灵敏度相比高几个数量级时，可以检测到的相应电平不是自然生成的且必须被忽视。

图 5 是通过一个月的 AMSR-E 传感器数据（2004 年 8 月）（黄的是 6-7 GHz，红的是 10.6 GHz）获得的不同微波频率上的一个全球综合的射频干扰图（RFI）。

图 5

在 6-7 GHz 和 10.6 GHz 频带上对 AMSR-E 无源传感器的射频干扰



Rap 2096-05

该图基于无源传感器在水平极化和垂直极化上的测量分析，使用了 5 K 的负极化差分标准（即水平极化和垂直极化之间的差别）。实际上，认识到高于 5 K 的负极化仅发生在水平极化的人为辐射产生的波长情况下。

应当注意到，该图只显示一种干扰形式（水平极化辐射）且总的来说，未能显示无法检测到的干扰范围有多广。然而，这样的假设是合理的，即在可检测到的射频干扰的广泛区域内，有可能发现更广泛的区域是检测不到干扰的。因此，在高电平上检测到的干扰是问题的一个征兆，但是没有检测到 RFI 并不意味着没问题。

关于潜在的干扰电平，认识到这些图展现的是高于 5 K 的负极化，可以粗略地假设，干扰值至少也高于 5 K（对应于-142 dBW/100 MHz）。

考虑到在 ITU-R RS.1029 建议书中给出的当前干扰门限（即对应于 0.02 K 为 166 dBW/100 MHz），表明这些干扰至少在门限值之上 24 dB。

另外，ITU-R RS.1029 建议书对于超过 10 000 000 km<sup>2</sup> 测量范围，在 10.6-10.7 GHz 的频带上可容许干扰电平可超出 0.1% 的范围。粗略地考虑当前人口稠密的地区，能够显示高度污染地区已经达到了 2.8%，到目前为止也超出了 0.1% 的范围标准，要强调的是，其他没有检测到的受污染地区在此次评估中未予考虑。

在这样干扰的情况下，同化作用模型必须和以下会引起恶化气象预测的情况一并处理：

- 高的干扰电平，因此可检测到，必须被忽视但会导致在某些区域缺乏数据；
- 检测不到的干扰电平，更有可能发生在超大区域，因此会导致数据被破坏；
- 经历的像素无干扰或干扰值低于 ITU-R RS.1029 建议书的门限值，因此提供正确的数据，

进一步注意到符合最后两条的情况不会被区别对待。

### 3 固定和移动业务参数

#### 3.1 固定业务（FS）

表 2 和表 3 相应提供在兼容性研究中使用的点对点（P-P）和点对多点（P-MP）FS 系统的参数。

在法国，10.6-10.68 GHz 频带仅由固定无线设备在回程断裂以及在其他频带修复 FS 链路情况下使用。因此，该种使用是受限的且是暂时的。表 2 的最后一列提供了这些应急 P-P FS 链路的特性。

表 2  
在 10.6-10.68 GHz 频带内点对点固定链路设备的操作参数

来 源	ITU-R F.758 建议书			主管部门的贡献		
	128-TM			ASK, PESKY	ASK, PESKY	4-PESKY
调制	128-TM			ASK, PESKY	ASK, PESKY	4-PESKY
固定业务模拟案例 <sup>(1)</sup>	1	2	3	4	5	6
容量 (Mbit/s)	3.1	12.4	24.7	8	16	34
信道的频率间隔 (MHz)	0.8	2.5	5	7	14	14
信道数/80 MHz	100	32	16	12	6	6
天线增益 (最大) (dBi)	51	51	51	49	49	36-45
馈电器/复用器损耗 (最小) (dB)	0	0	0	0	0	4
天线类型	碟形	碟形	碟形	碟形	碟形	碟形
最大发射输出功率 (dBW)	-3	-3	-3	-2 <sup>(2)</sup>	-2 <sup>(2)</sup>	-7
e.i.r.p. (最大) (dBW)	48 <sup>(2)</sup>	48 <sup>(2)</sup>	48 <sup>(2)</sup>	47 <sup>(2)</sup>	47 <sup>(2)</sup>	34
接收机 IF 带宽 (MHz)	0.8	2.5	5	7	14	20.4
接收机噪声系数 (dB)	4	4	4	3	3	8
接收机热噪声 (dBW)	-141	-136	-133	-132.5	-129.5	-113
标称接收输入电平 (dBW)	-60	-60	-60	-60	-60	-68
对于 $1 \times 10^{-3}$ BER 的接收输入电平 (dBW)	-110	-104	-101	-117	-114	-108

<sup>(1)</sup> 本表中使用的条目用于该报告随后关于模拟研究的描述中的参考。

<sup>(2)</sup> 除非在某些特定的国家之外，《无线电规则》第 5.482 款把 e.i.r.p. 值限定为 40 dBW，而发射机功率限定为 -3 dBW，在《无线电规则》第 9.21 款下没有协议。使用《无线电规则》第 5.482 款的功率限值进行的模拟运行的结果是干扰电平比图 7 中所示要低 7-8 dB。

表 3  
在 10.6-10.68 GHz 频带内点对多点固定链路设备的操作参数

参 数	中枢站 (集线器)	用户终端站
调制	QPSK	
接入方法	时分复用 (TDM)	
带宽/载体	3.5 MHz	3.5 MHz
天线类型	扇形天线	碟形
天线增益 (dBi)	13, 后旁瓣 -10 dBi	19-26
天线波束宽	120°	12°-7°
有源载体/扇区的数量	5	5
扇区的数量	3	-
路径长度 (km) <sup>(1)</sup>	0.1-10	
最大发射功率/载体 (dBW)	-10	-10
功率控制	否	是
接收系统线损耗 (dB)	0	0
标称接收输入电平/载体 (dBW)	-110	-110

<sup>(1)</sup> 路径长度大于 10 km 时可能取决于环境阻塞因数。

该频带中的 P-MP 系统主要部署在城市和郊区，农村地区几乎没有。在 ITU-R F.1568 建议书中给出了射频块安排，即五对射频块，其中两对覆盖了 10.6-10.68 GHz 频带，且典型的无线接入蜂窝半径高达 10 km，可能预料在给定主要城市/郊区内运行的两个无线接入网络的最大值。根据射频信道安排，每个块的带宽高达 25 或 30 MHz。另外，终端站的最大数量值可能达到 300。假设大多数的 P-MP 系统使用频分复用（FDD）技术，则这些系统的终端站和中枢站不会都在 10.6-10.68 GHz 频带范围内发射。

在该频带上，P-MP 终端站的天线增益和波束宽度在 19-26 dBi 的范围内，波束宽度为 12° 至 7°。在该频带上，典型的终端站天线高度为地平面以上（屋顶高度）20 m。这意味着典型的中枢站天线向下倾斜角为 4° 或更少，低于水平面。

因此，对于任何城市/郊区来说，可能有三种 P-MP 部署配置：

- 城市地区的两个中枢站都在两个频率块中的一个上运行，这两个频率块落在无源传感器带宽范围内。
- 一个中枢站在无源传感器带宽范围内的一个频率块上运行，而 150 个用户终端站在另一个频率块上运行。
- 没有任何中枢站在无源传感器带宽范围内的频率块上运行，而与两个中枢站中的每一个都相关的 150 个用户终端站在无源传感器频带范围内运行，对于城区总共有 300 个干扰发射机。

在该频带上，P-MP 终端站的用户终端天线增益和波束宽度在 19-26 dBi 的范围内，波束宽度为 12° 至 7°。在该频带上，典型的终端站天线高度为地平面以上（屋顶高度）20 m。这意味着典型的中枢站天线向下倾斜角为 4° 或更少，低于水平面。

## 3.2 移动业务

移动系统在 10.6-10.68 GHz 频带运行的系统技术特征见表 4。该频带特别用于临时的 P-P 视频链路（包括电子新闻采集、电视实况转播和电子分段制作），这些被认定为移动业务的一部分。请注意，假定在动态模拟中，这些移动业务站的特性与固定业务站的特性非常相似，因此固定业务研究的结果通常认定为适用于移动业务。

## 4 模拟研究

### 4.1 常规模拟方法

现有的共用研究使用动态模型模拟得到 ITU-R RS.1029 建议书要求的结果，关注在 1 000 万 km<sup>2</sup> 测量区域上超出容许干扰功率电平的百分比。这些动态模型模拟推出了基于这样的测量区域上接收到的干扰电平累积分布函数（CDF），因此这样的干扰统计能够直接与规定的干扰标准做比较。



表 4

频带	10.6-10.68 GHz			
ARIB 标准	STD-B33	STD-B33	STD-B11	全向天线的使用
信道的频率间隔 (MHz)	9 (SDTV)	18 (HDTV)	18 (HDTV)	18
容量 (有效载荷) (Mbit/s)	高达 30	高达 60	高达 66	不可用
调制	QPSK-OFDM 16-QAM-OFDM 32-QAM-OFDM 64-QAM-OFDM		QPSK 16-QAM 32-QAM 64-QAM	不可用
典型的发射天线增益 (dBi)	29-35	29-35	29-35	0
发射天线类型	抛物面	抛物面	抛物面	全向
发射功率 (最大) (dBW)	-3	-3	-3	-3
EIRP (最大) (dBW)	40	40	40	-3
典型的接收天线增益 (dBi)	29-35	29-35	29-35	不可用
接收天线类型	抛物面	抛物面	抛物面	不可用
接收馈电损耗 (最大) (dB)	1	1	1	不可用
接收机 IF 带宽 (MHz)	9	18	18	不可用
接收噪声系数 (dB)	4	4	4	不可用
接收机热噪声 (dBW)	-130.5	-127.4	-127.4	不可用

注 1 — 由于这些接收站安装在车辆、空中和高的建筑物或塔上，因此没有规定仰角。这意味着为了避免地面上的障碍，天线有可能指向任何仰角，且因为接收天线有可能安装在车辆或空中，所以发射天线要移动。这样的事件可能发生在一天中的任何时候，但是非常少的可能发生在夜里，即 12 p.m. 和 6 a.m. 之间。事件收集典型的持续时间在半小时到一小时之间。然而，特殊的事件收集可能涉及的时间间隔为 2 至 5 个小时。在某些情况下，操作可能会持续几天或甚至几个星期。

注 2 — 有些主管部门指明 10.6-10.68 GHz 频带由 ENG/TVOB/EFP 用于移动和便携式应用。大部分的相应特性在表 4 中示出。然而，在这些研究和表 4 中没有展示某些 ENG/OB 系统，而这些系统的技术规范可以在 ERC 38 号报告中找到（发射机功率为 6 dBW，e.i.r.p. 在 6 到 16 dBW 之间）（见《ENG/OB 使用的无线电设备和系统视频链路手册》）。

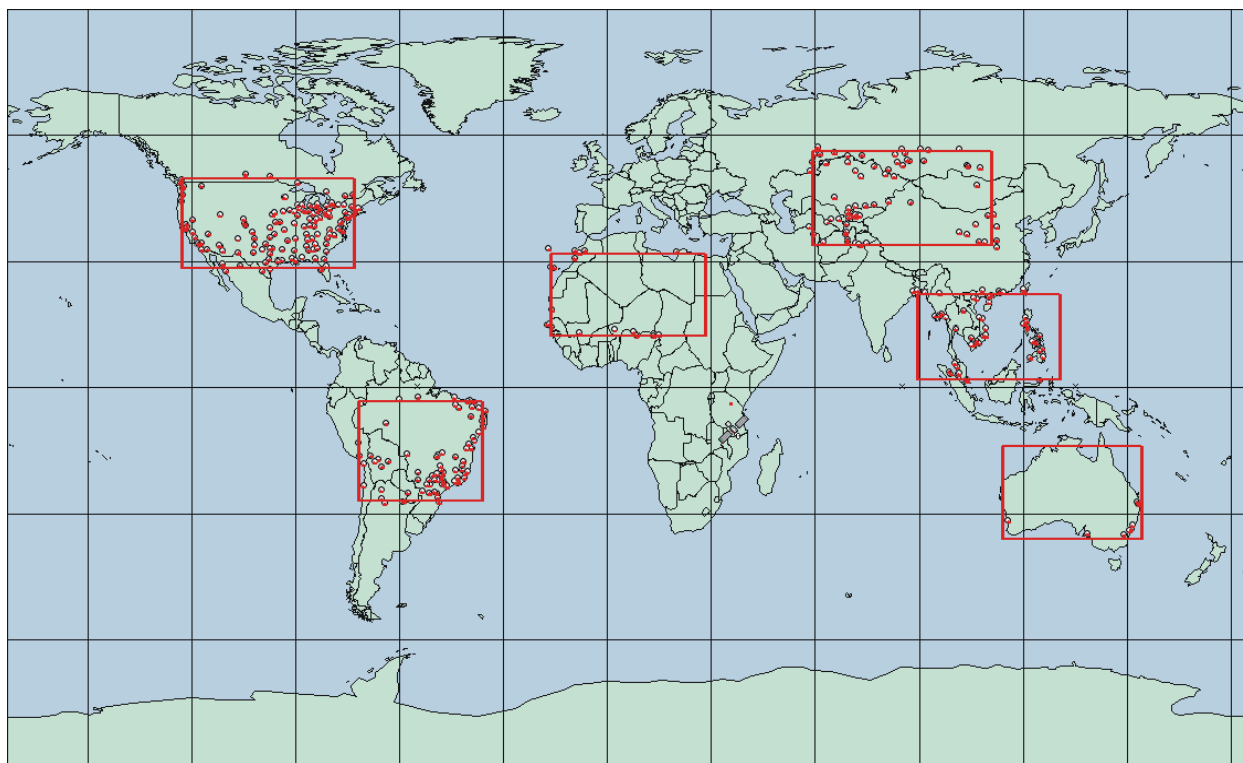
注 3 — 关于数字地面电子新闻采集的附加信息在 ITU-R BT.2069 报告中可见。

## 4.2 第 1 项模拟研究

这项模拟研究是基于在城市和郊区部署 FS 系统，而在农村地区几乎没有的假设上的。有些模拟研究是在模拟区域内 FS 站围绕城市随机分布的基础上进行的，而且每个城市 FS 站的数量是基于每个城市区域内频带的单一使用。图 6 示出了在模拟中使用的六个这样的部署区域。与每个测量区域相关的城市的数量信息在表 5 中提供。

图 6

在模拟中使用的 EESS 测量区域



Rap 2096-06

表 5  
测量区域城市密度

测量区域	模拟的城市数量	测量区域内的城市数量
澳大利亚	8	8
北非	18	9
东南亚	65	50
南美	82	69
中亚	74	60
美国内陆	157	142

#### 4.2.1 点对点固定业务系统

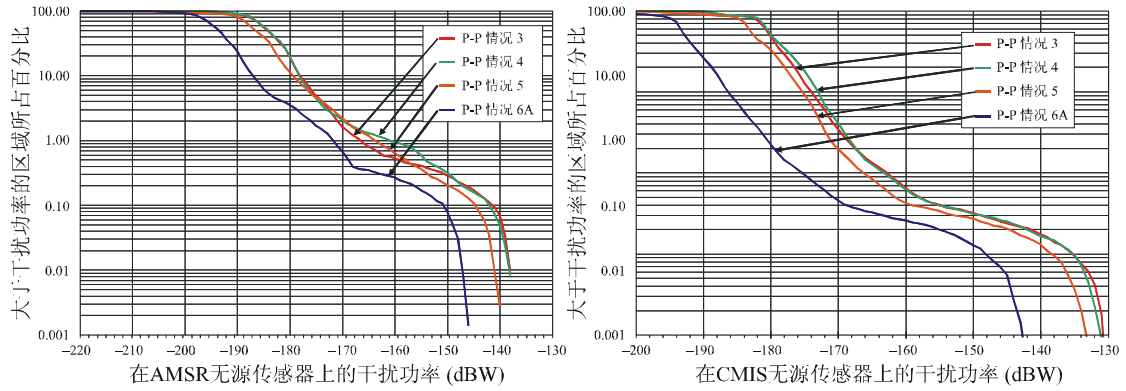
在这些模拟中假定 P-P FS 系统有五种类型。每个 P-P FS 系统的关键参数和六个测量区域以及两个无源传感器上的干扰范围在表 6 中示出。由这些模拟产生的 CDF 在图 7 中示出。

表 6  
P-P FS 部署在六个测量区域以及两个传感器上的模型结果

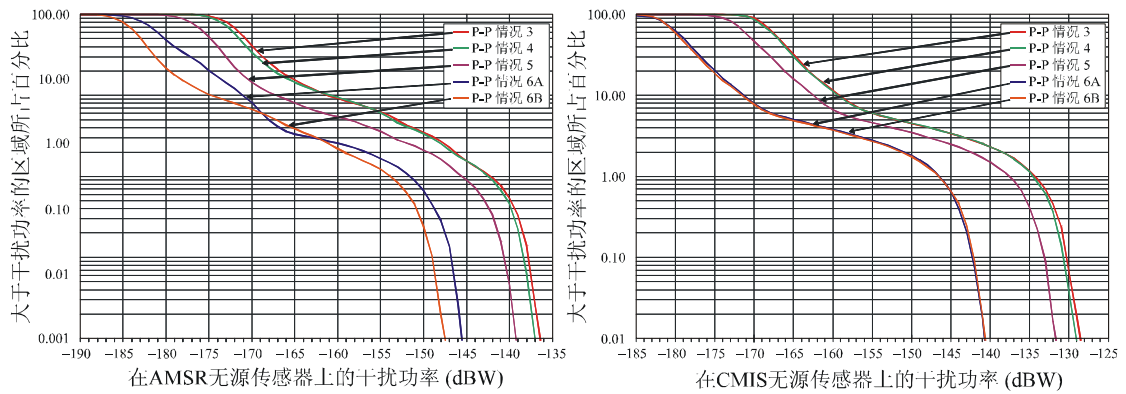
FS 系统参考	情况-3	情况-4	情况-5	情况-6A	情况-6B
信道的频率间隔 (MHz)	5	7	14	14	14
80 MHz 范围内的信道数	16	12	6	6	6
天线增益 (dBi)	51	49	49	36	45
馈电器/复用器损耗 (dB)	0	0	0	4	4
发射机输出功率 (dBW)	-3	-2	-2	-7	-7
e.i.r.p. (dBW)	48	47	47	25	34
超过 0.1% 的测量区域干扰功率 (dBW)	-142 至 -131	-142 至 -131	-146 至 -134	-151 至 -142	-151 至 -142

图 7

在 10.6 GHz 处 P-P FS 对 AMSR-E 和 CMIS 无源传感器的干扰

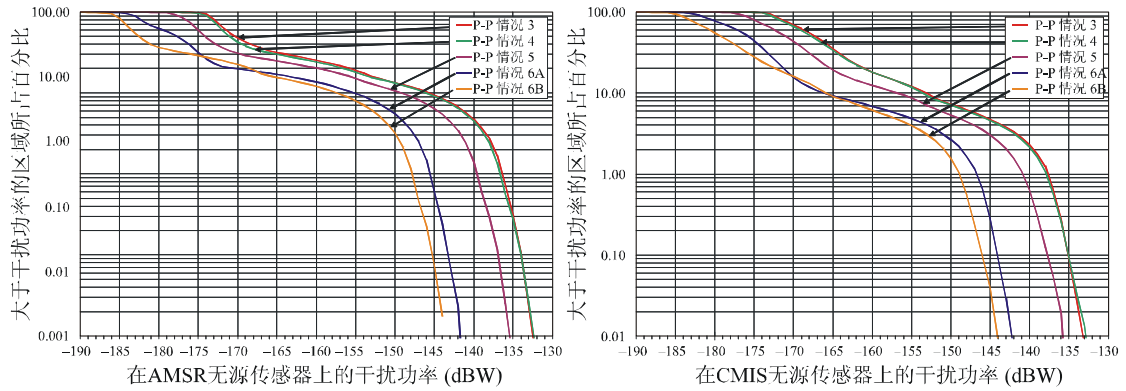


a) 澳大利亚测量区域



b) 中亚测量区域

情况6A和6B的CDF以及情况3和情况4的CDF非常相似，在该图上出现了重叠。

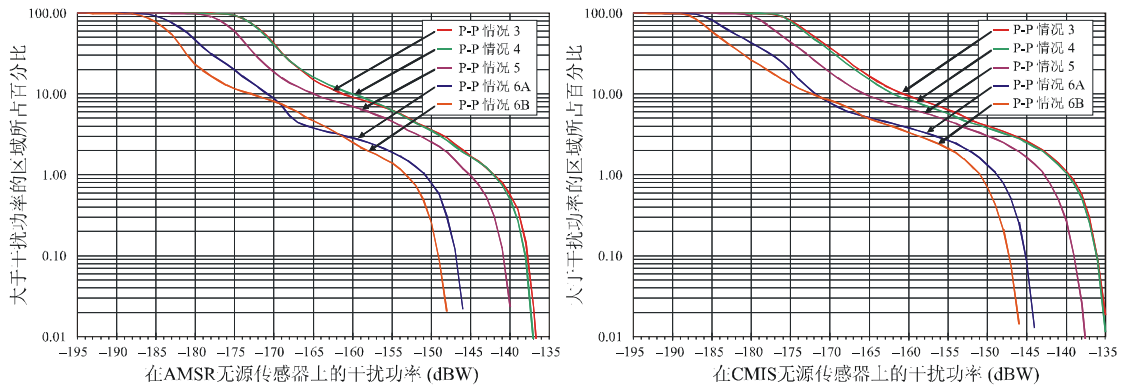


c) 美国内陆测量区域

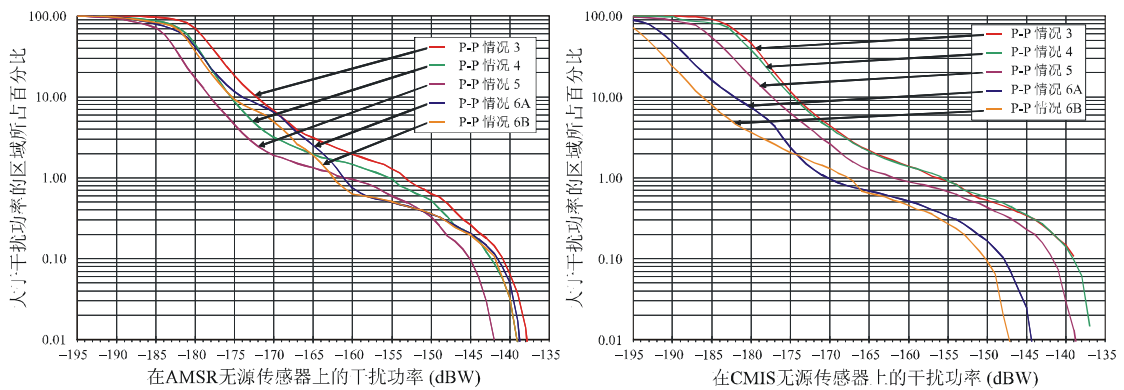
注1- 在这些CDF之间的细微差别会导致明显的重叠图。

图 7 (续)

在 10.6 GHz 处 P-P FS 对 AMSR-E 和 CMIS 无源传感器的干扰

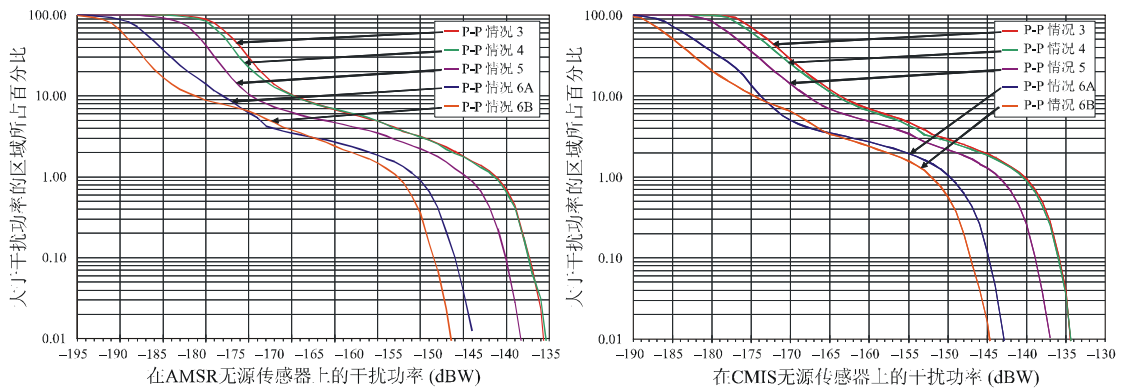


d) 南美洲测量区域



e) 北非测量区域

情况6A和6B的CDF以及情况3和情况4的CDF非常相似，在该图上出现了重叠。



f) 亚洲测量区域

#### 4.2.2 点对多点固定业务系统

相同的动态模拟模型用于计算由 P-MP 系统部署产生的干扰电平，这种部署用于六个测量区域中的每一个，对于 ITU-R F.1568 建议书<sup>1</sup>中落在 10.6-10.68 GHz 频带内的信道规划中的两个信道有三种可能部署，即两个中枢站、一个中枢站和在另一个信道上的用户站（CS）以及在两个信道上都是用户站。这些结果在表 7 中示出。由这些模拟产生的 CDF 在图 8 中示出。

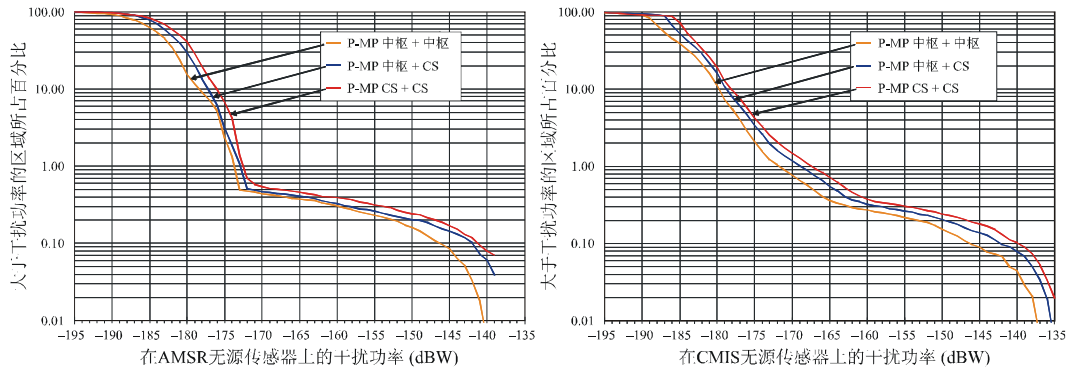
表 7  
P-MP FS 部署在六个测量区域以及两个传感器上的模型结果

P-MP 部署	中心 + 中心	中心 + CS	CS + CS
超过 0.1% 的测量区域干扰功率 (dBW)	-147 至 -137	-143 至 -130	-144 至 -127

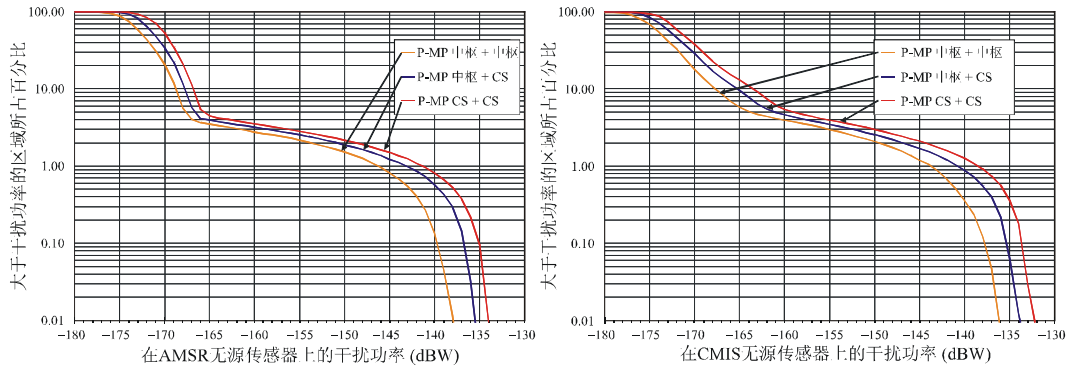
<sup>1</sup> ITU-R F.1568 建议书：在 10.15-10.3/10.5-10.65 GHz 范围内用于固定无线接入系统的射频块配置。

图 8

在 10.6 GHz 处 P-MP FS 对 AMSR-E 和 CMIS 无源传感器的干扰

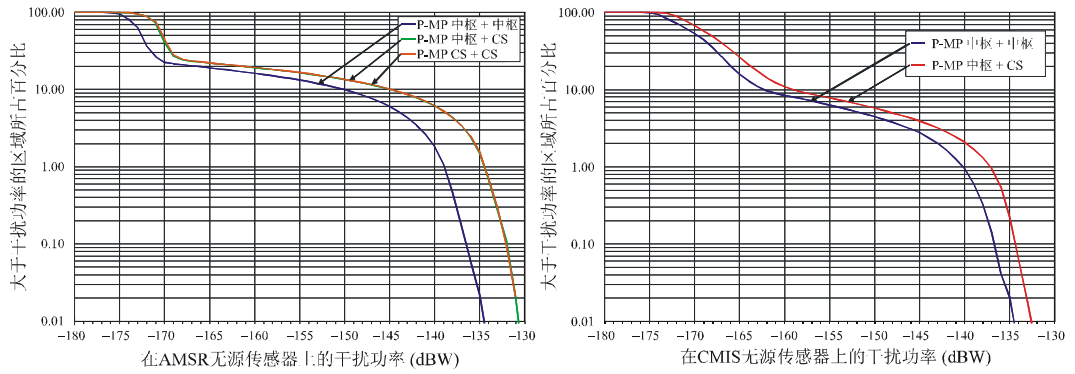


a) 澳大利亚测量区域



b) 中亚测量区域

情况6A和6B的CDF以及情况3和情况4的CDF非常相似，在该图上出现了重叠。

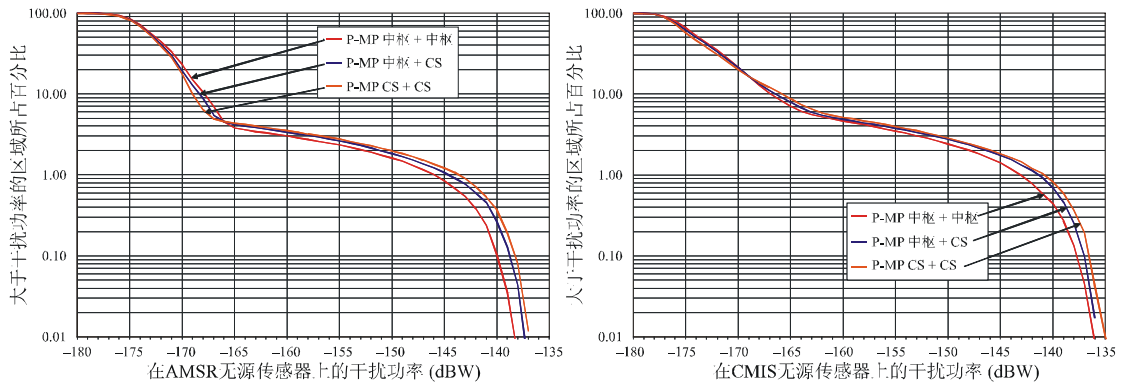


c) 美国内陆测量区域

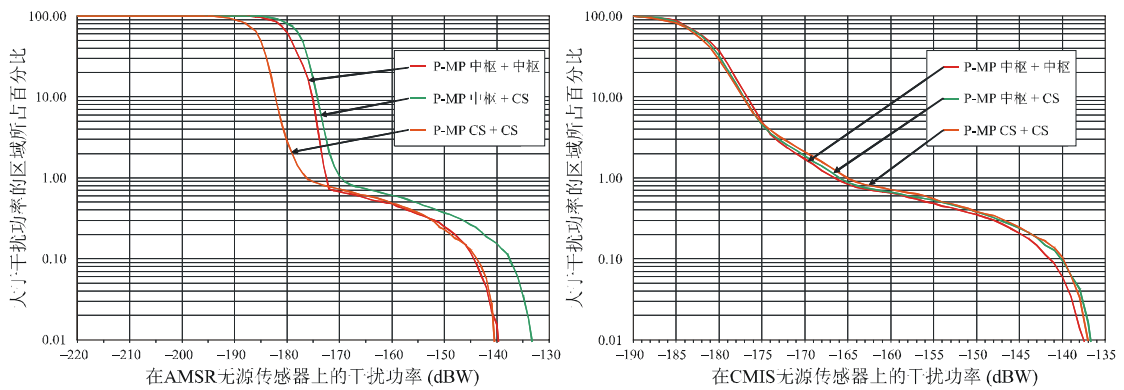
注1-在这些CDF之间的细微差别会导致明显的重叠图。

图 8 (续)

在 10.6 GHz 处 P-MP FS 对 AMSR-E 和 CMIS 无源传感器的干扰

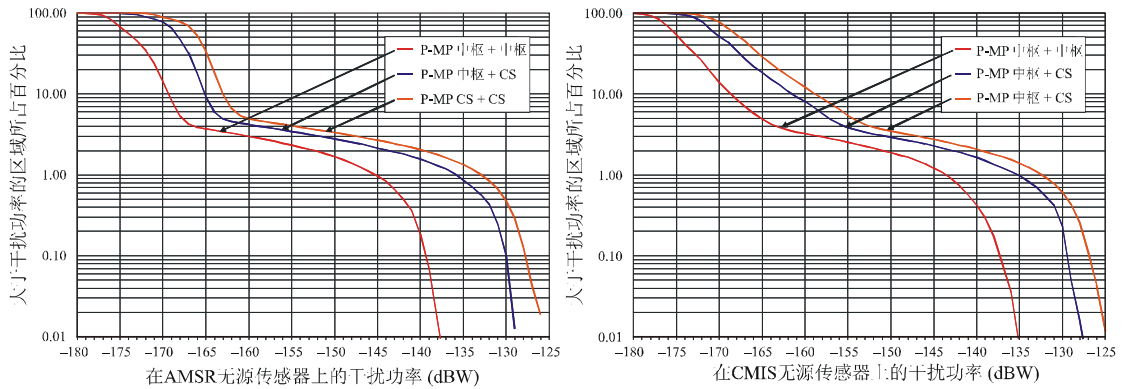


d) 南美测量区域



e) 北非测量区域

情况6A和6B的CDF以及情况3和情况4的CDF非常相似，在该图上出现了重叠。



f) 东南亚测量区域

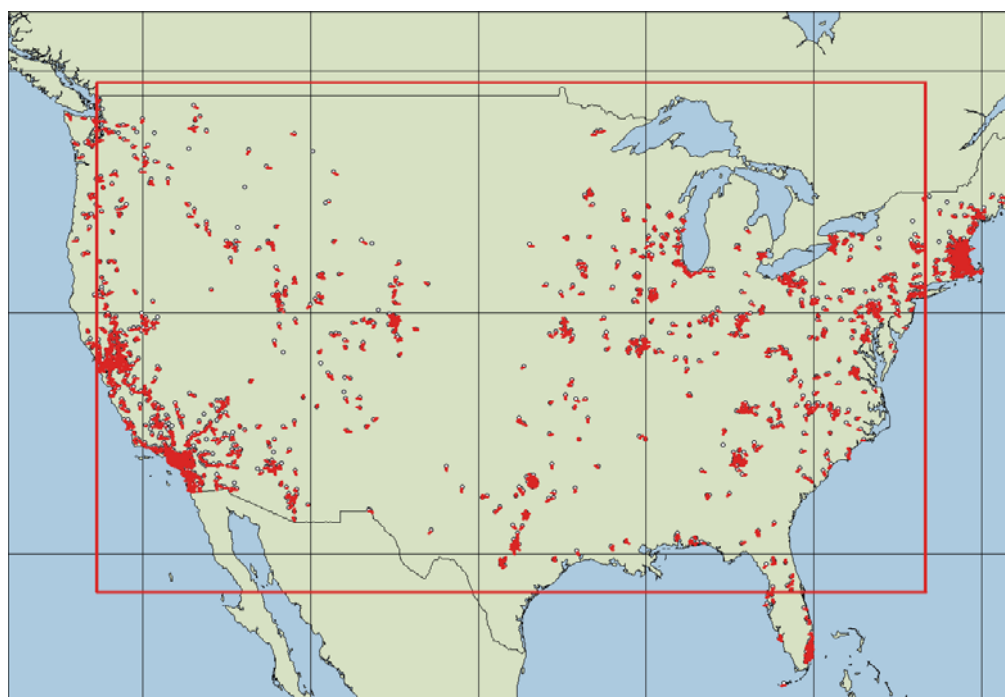


### 4.3 第 2 项模拟研究

2005 年，美国和澳大利亚许可台站上的公开数据可获得的格式是，容许动态模拟模型为对干扰 CDF 进行比较而构建，这些 CDF 是由 FS 部署模型基于容许数据以及 FS 站围绕主要城市的随机分布而产生的。图 9 和图 10 分别示出了覆盖美国和澳大利亚的无源传感器测量区域的 FS 部署模型。单独的点代表许可台站数据规定了参数的 FS 台站。这些参数分别包括美国 2 652 个台站以及澳大利亚 966 个台站的地理坐标、指向方位角、发射机功率、最大天线增益和 3 dB 波束宽度。基于 ITU-R F.1245 建议书<sup>2</sup>的一套参考天线方向图规定对于每个国家，在容许数据内要包括 FS 天线增益的范围和 3 dB 波束宽度。选择模拟模型中每个 FS 站的天线方向图，作为在容许数据内规定的最接近该台站增益和波束宽度的增益和波束宽度。

图 9

美国的 FS 部署模型



Rap 2096-09

在图 10 中标有相应城市名称的八个较大的圈表示了一些区域，在理论上基于城市的 FS 部署模型中，FS 站随机分布在这些区域中，在第 4.2 节中描述了在早先的模拟中该区域用到的 FS 部署模型。在这些模拟模型中的每个站有相同的天线方向图和发射功率，但在标准概率分布中，位置随机分布在离标称城市中心 0.1 到 30 km 之间的地方，指向方位角在 $-180^{\circ}$ 到  $180^{\circ}$  之间随机选择。

<sup>2</sup> ITU-R F.1245 建议书：在某些协调研究中使用的视线点对点无线电中继系统天线的平均辐射方位图的数学模型以及在 1 至大约 70 GHz 频率范围内的干扰评估。

图 10

澳大利亚的 FS 部署模型

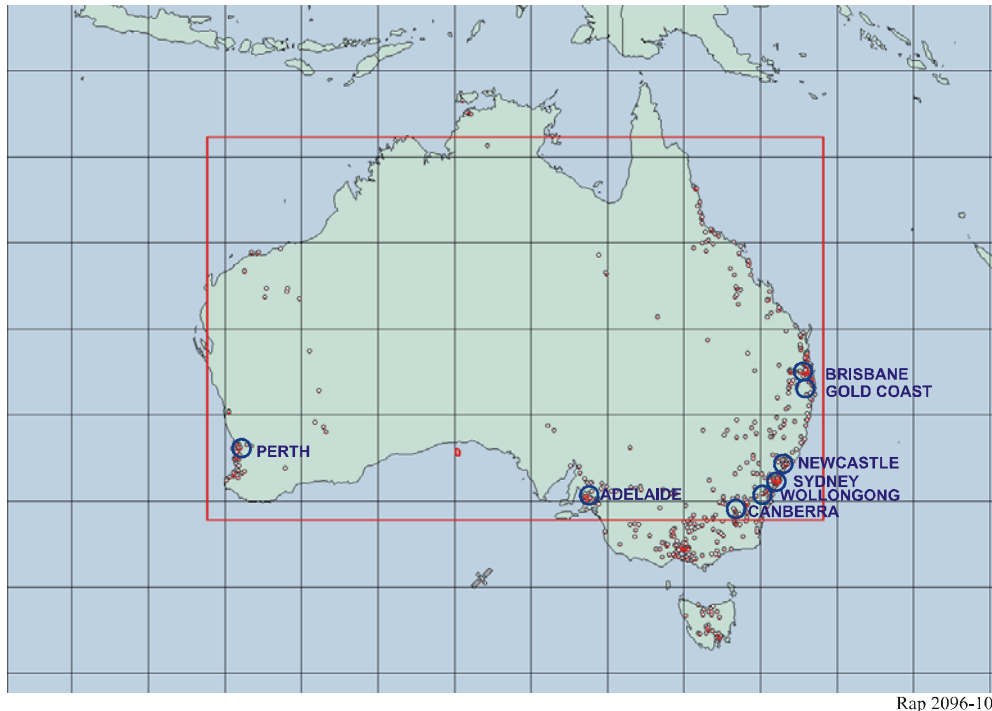


图 11 和图 12 表示使用这些 FS 部署模型进行仿真的结果。绘制出其他三种情况以供对比。一种情况使用相同的许可 FS 站部署模型，但假定所有的台站的发射机功率为-3 dBW，而不是实际许可的功率电平。给出另两种情况是为了与早先的理论上基于城市的部署模型进行比较。这些图的参考是针对第 4.2.1 节图 7 中报告的 P-P 情况。

图 11

比较几个美国的 FS 部署模型干扰 CDF

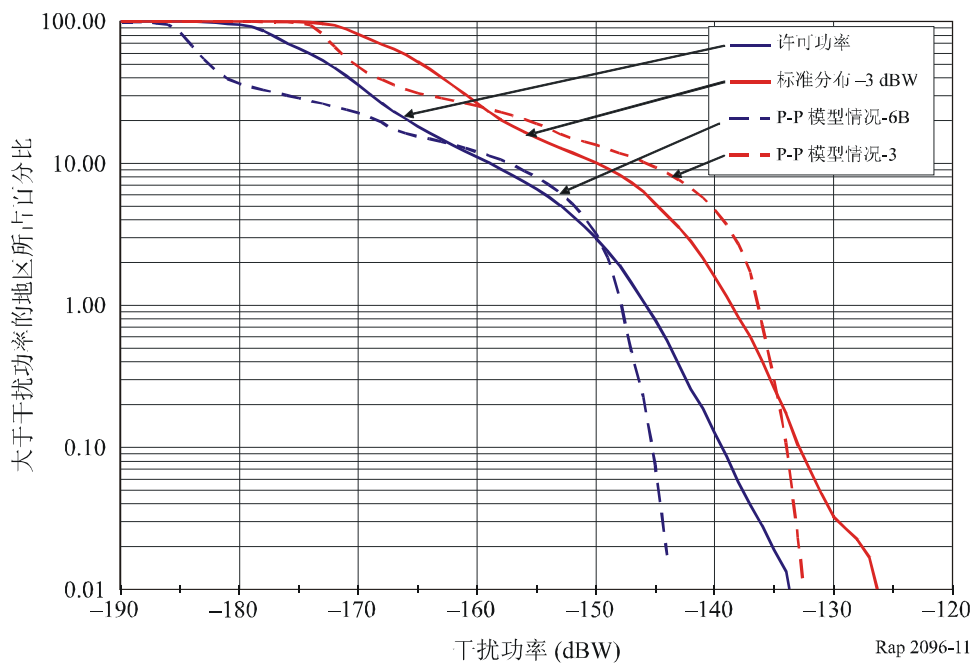


图 12  
比较几个澳大利亚的 FS 部署模型干扰 CDF

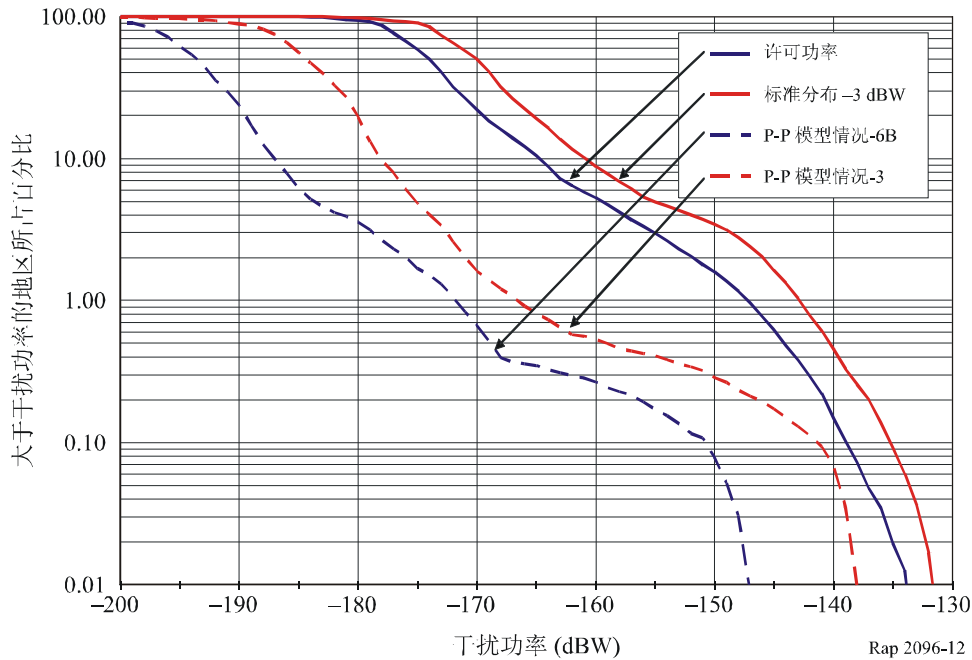


图 11 中，对于美国现在许可 FS 站的干扰 CDF 落在理论 FS 部署模型模拟中使用的最大密度和最小密度情况之间。然而，在图 12 中，澳大利亚当前许可 FS 站的 CDF 表明，干扰电平比早先的任何理论上的 FS 部署模型都要高。这种差别看起来是因为澳大利亚理论模型中用到的城市数量要少得多（8 个城市，对比美国有 157 个城市），因而不包括该国家在这些很少的城市区域之外的大面积领域内的干扰站，而这些许可操作的 FS 站的数目相当可观。

#### 4.4 第 3 项模拟研究

该项研究呈现了几种部署 P-MP 系统、P-P 系统和移动系统的动态模拟的结果。当累计分布变得稳定时，才开始进行模拟。

##### 4.4.1 点对多点固定业务系统

对于 P-MP 动态模拟，在北美地区（加拿大、美国）均匀地分布 200 个 P-MP 站，并在共用的无源频带 10.6-10.68 GHz 内进行操作。在一个城市地区有两个中枢站，且两个频率块中的一个落在无源传感器的带宽内。每个中枢站在每个扇区内（120°）发射五个载波，结果是发射功率为 -3 dBW ( $-10 \text{ dBW} + 10 \log(5)$ )，扇形天线的最大增益为 13 dBi。每个订户站发射功率为 -10 dBW，天线的最大增益为 26 dBi（波束宽度为 7°）。

图 13 呈现了由 P-MP 系统产生的 CDF。

根据干扰电平  $I_{EES}$ ，表 8 比较了这些模拟的结果。该干扰电平超过了 ITU-R RS.1029 建议书中规定的无源传感器在超过 0.1% 的测量区域处容许干扰标准，并指明了满足该标准的最大 FS 发射功率  $P_T$ 。

图 13

P-MP 干扰无源传感器的 CDF

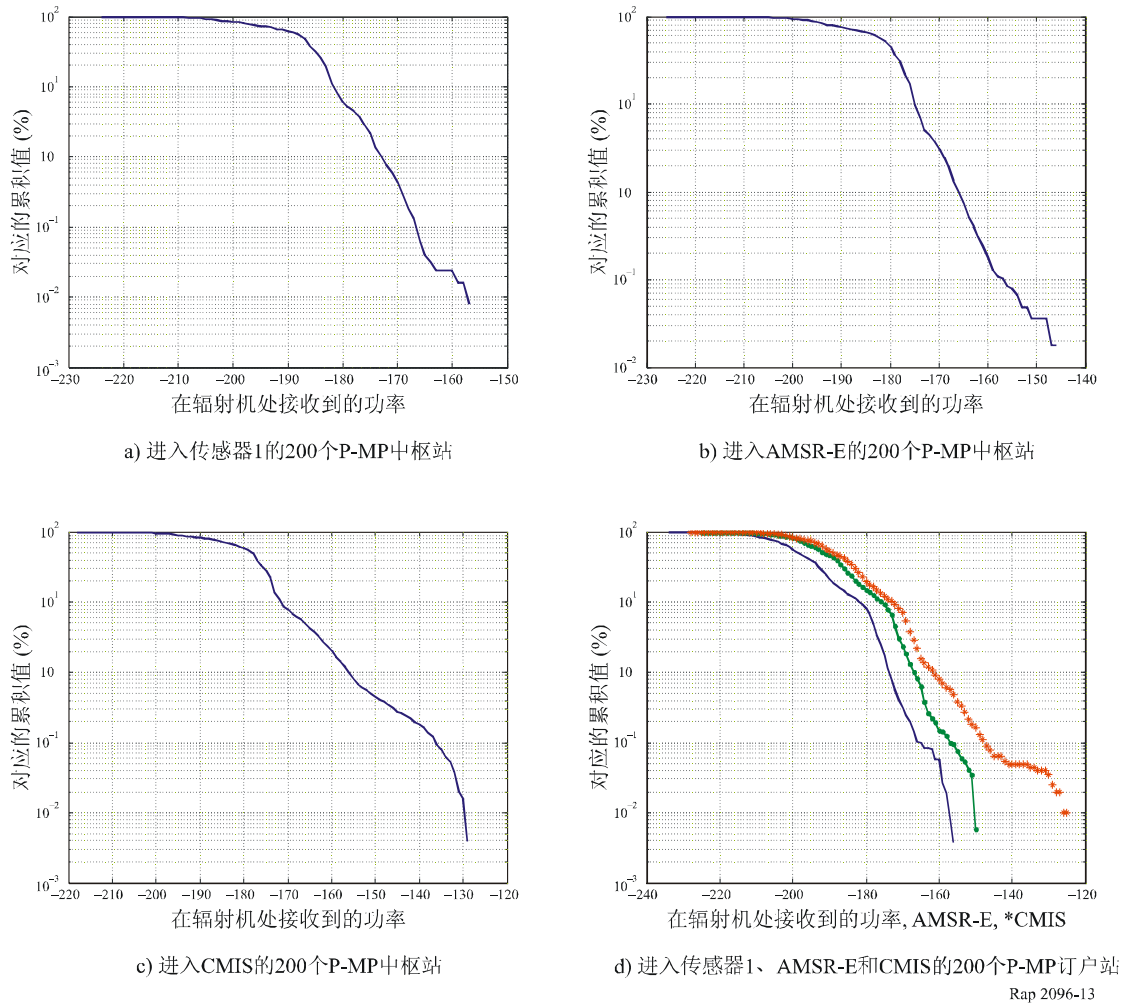


表 8  
模拟结果总结

模拟情况	在 0.1% 的 $I_{E5SS}$	当前传感器标准		未来传感器标准	
		余量	最大 $P_t$ (dBW)	余量	最大 $P_t$ (dBW)
进入传感器 1 的 200 个 P-MP 中枢站	-167 dBW/100 MHz	正	0	正	-10
进入 AMSR-E 的 200 个 P-MP 中枢站	-156 dBW/100 MHz	正	-10	-10	-10
进入 CMIS 的 200 个 P-MP 中枢站	-136 dBW/100 MHz	-20 dB	-30	-30	-40
进入传感器 1 的 200 个 P-MP 订户站	-166 dBW/100 MHz	正	0	正	-10
进入 AMSR-E 的 200 个 P-MP 订户站	-157 dBW/100 MHz	正	-10	-9	-19
进入 CMIS 的 200 个 P-MP 订户站	-148 dBW/100 MHz	-8 dB	-18	-18	-28

#### 4.4.2 点对点固定业务系统

P-P FS 部署模型中假设有 100 个 P-P 系统。在矩形 40° N、0° E 和 60° N、20° E 内均匀分布这些 P-P 站。每个站的发射功率为 -3 dBW，碟形天线的最大增益为 50 dBi。应当注意，某些固定站在较低功率下运行。

尽管缺乏在无源传感器频带 10.6-10.68 GHz 内发射的频率块数量的相关信息，但可以假定只使用一个频率块。

图 14 呈现了由 P-P 系统产生的 P-P CDF。

根据干扰电平  $I_{EESS}$ ，表 9 比较了这些模拟的结果。该干扰电平超过了 ITU-R RS.1029 建议书中规定的无源传感器在超过 0.1% 的测量区域处容许干扰标准，并指明了满足该标准的最大 FS 发射功率  $P_t$ 。

图 14a

P-P 干扰传感器 1 的 CDF (100 个 P-P 系统)

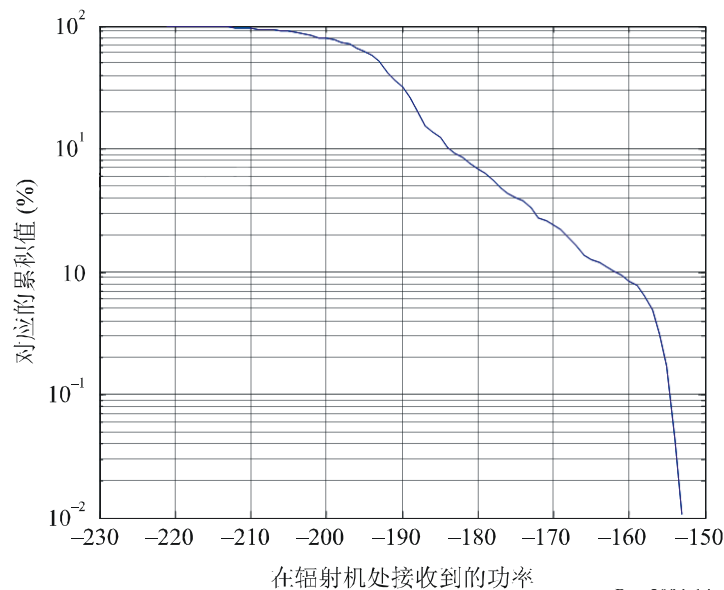


图 14b

P-P 干扰 AMSR-E 的 CDF (100 个 P-P 系统)

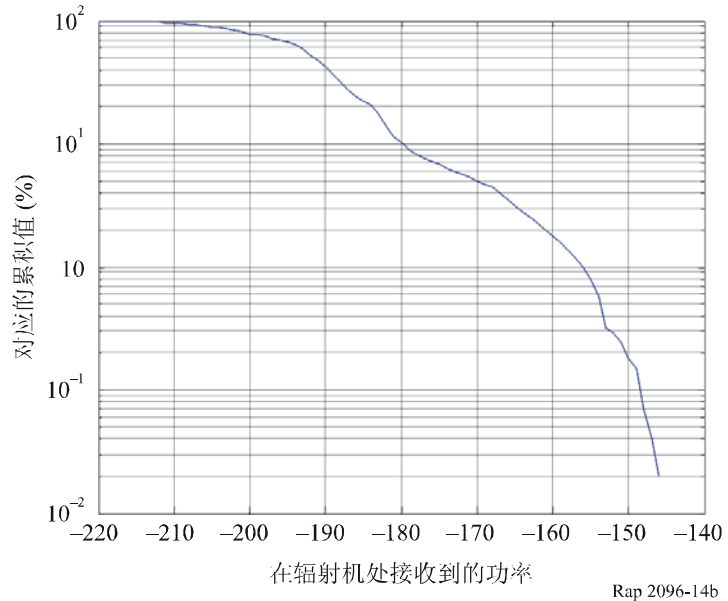


图 14 c

P-P 干扰 CMIS 的 CDF (100 个 P-P 系统)

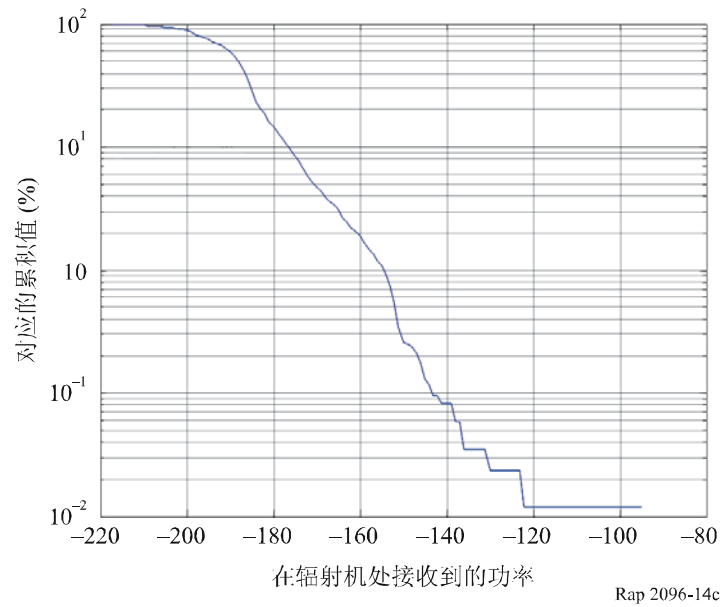


表 9  
模拟结果总结

模拟情况	在 0.1% 的 $I_{EISS}$	当前传感器标准		未来传感器标准	
		余量 (dB)	最大 $P_t$ (dBW)	余量 (dB)	最大 $P_t$ (dBW)
进入传感器 1 的 100 个 P-P	-155 dBW/100 MHz	0	-3	-11	-14
进入 AMSR-E 的 100 个 P-P	-148 dBW/100 MHz	-8	-11	-18	-21
进入 CMIS 的 100 个 P-P	-144 dBW/100 MHz	-12	-15	-22	-25

### 4.4.3 移动系统

移动部署密度假定运行 100 条视频链路，并在欧洲地区均匀分布。每个站发射功率为 -3 dBW，天线增益为 32 dBi（波束宽度 = 4.5°）。

图 15 呈现了由移动系统产生的 CDF。

根据干扰电平  $I_{EISS}$ ，表 10 比较了这些模拟的结果。该干扰电平超过了 ITU-R RS.1029 建议书中规定的无源传感器在超过 0.1% 的测量区域处容许干扰标准，并指明了满足该标准的最大 FS 发射功率  $P_t$ 。

图 15  
移动干扰无源传感器的 CDF

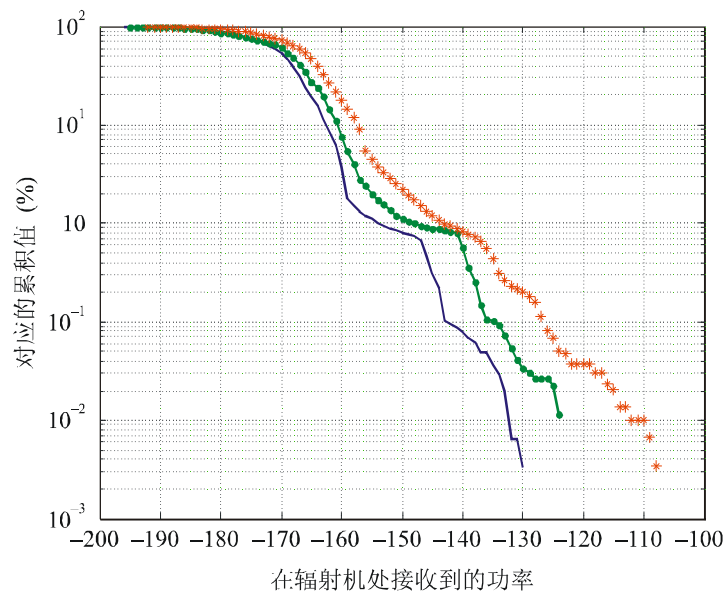


表 10  
模拟结果总结

模拟情况	在 0.1% 的 $I_{EES}$	当前传感器标准		未来传感器标准	
		余量 (dB)	最大 $P_t$ (dBW)	余量 (dB)	最大 $P_t$ (dBW)
进入传感器 1 的 100 条视频链路	-142 dBW/100 MHz	-14	-17	-24	-27
进入 AMSR-E 的 100 条视频链路	-135 dBW/100 MHz	-21	-24	-31	-34
进入 CMIS 的 100 条视频链路	-126 dBW/100 MHz	-30	-33	-40	-43

#### 4.5 第 4 项模拟研究

该项研究呈现了几种部署 FS 系统和移动系统的动态模拟的结果。模拟进行了一个月，时间增量为 0.5 s。

##### 4.5.1 点对点固定业务系统

使用动态计算机模拟来进行共用研究，基于 ITU-R RS.1029 建议书中指明的干扰电平，在超过  $10^7 \text{ km}^2$  的测量区域测量时，部署固定业务站进行圆锥形扫描，这些模拟创建无源传感器 AMSR-E 接收到的干扰电平 CDF。共用研究的假设如表 11 和表 12 所示。模拟进行了一个月，时间增量为 0.5 s。

表 11  
EESS 参数（无源）（AMSR-E/AQUA）

参 数	值
高度 (km)	705
轨道倾斜角 (度)	98.2
天线增益 (dBi)	42.4
天线方向图	见图 3
偏离天底点角 (度)	47.5
频率范围 (GHz)	10.6-10.68



表 12  
固定业务站的参数

参 数	值
发射机功率 (dBW)	-3.0
带宽 (MHz)	18
天线增益 (dBi)	43.0
eirp (dBW)	40.0
仰角 (度)	0~20° (标准分布)
方向角 (度)	0~360° (见注 1)
天线方向图	ITU-R F.1245 建议书
台站的数量	51 个台站 (见注 2)
分布	标准分布
活动因子 (%)	100

注 1 — 每个台站的方位角是在 360°内随机的。

注 2 — 51 个台站的数量是根据事实情况，日本国内有 32 个台站加上日本之外有 19 个台站推出的。别的国家的台站的数量是根据日本的人口和测量地区内的国家人口之间的比率来估算的 (见图 16)。

图 16 所示的固定业务站的计算 CDF 曲线在图 17 中示出。

图 16

固定业务站的部署

(日本有 32 个站，在日本之外有 19 个站)

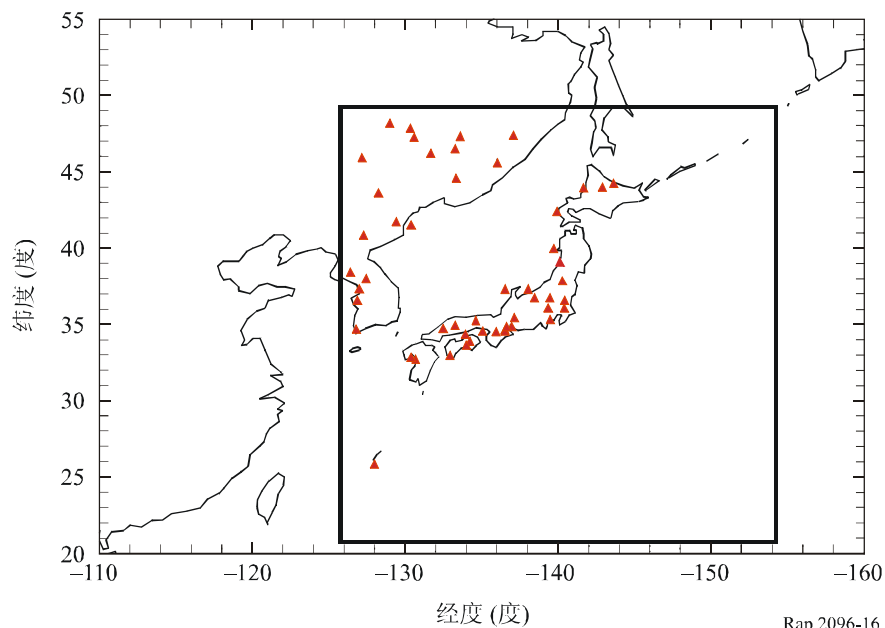


图 17

来自固定业务站的干扰 CDF 曲线

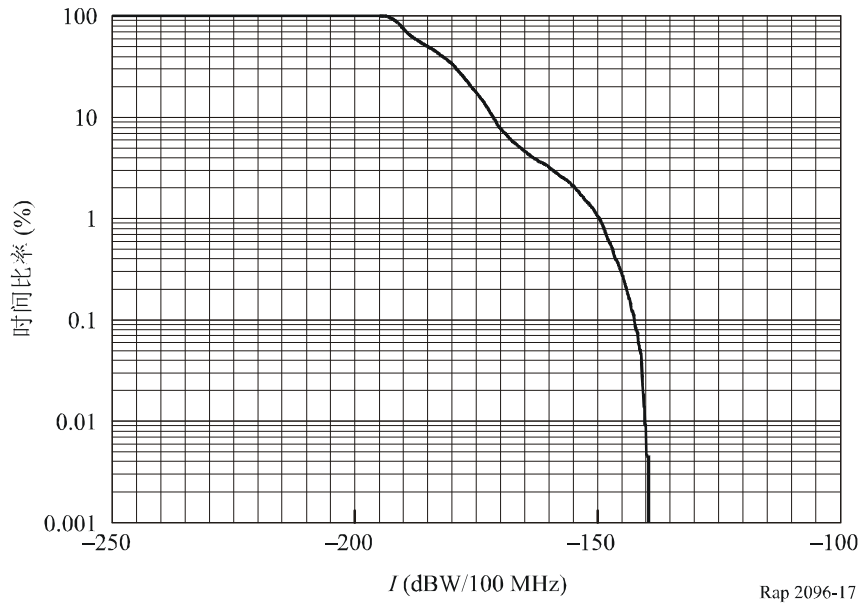


表 13 分别示出了超出容许干扰电平 $-156$  dBW/100 MHz 和 $-166$  dBW/100 MHz 的 2.3%和 5.1%干扰的时间百分比。

表 14 示出了为了满足干扰标准而超出上面容许干扰电平、发射机功率和 EIRP。对于未来无源传感器的容许干扰电平为  $-166$  dBW/100 MHz，负余量大约为 $-24$  dB，发射机功率不超过  $-27$  dBW，而 EIRP 不超过  $16$  dBW。对于当前无源传感器的容许干扰电平为  $-156$  dBW/100 MHz，负余量大约为 $-14$  dB，发射机功率大约不超过  $-17$  dBW，而 EIRP 大约不超过  $26$  dBW。

可以通过下列项来减少余量，但在该模拟中未使用：

- 自动发射机功率控制（ATPC）或其他功率设置控制；
- 极化不匹配；
- FS 发射机的馈电损耗。

表 13

超出容许干扰电平的干扰的时间百分比

容许干扰电平 (dBW/100 MHz)	干扰的时间百分比 (%)
-166	5.1
-156	2.3

表 14  
超出容许干扰电平、发射机功率和 EIRP 以满足干扰标准

容许干扰电平 (dBW/100 MHz)	对于 0.1%的干扰 电平 (dBW/100 MHz)	超出 容许干扰电平 (dB)	发射机功率 (dBW)	eirp (dBW)
-166	-142.4	23.6	-26.6	16.4
-156	-142.4	13.6	-16.6	26.4

#### 4.5.2 移动系统

使用动态计算机模拟来进行共用研究，基于 ITU-R RS.1029 建议书中指明的容许干扰电平，在超过  $10^7 \text{ km}^2$  的测量区域测量时，部署移动站（ENG/OB 类型）进行圆锥形扫描，这些模拟创建无源传感器 AMSR-E 接收到的干扰电平 CDF。共用研究的假设如表 15 和表 16 所示。至于天线方向图，在该频带的移动站不仅使用抛物面天线，也使用几种其他类型的天线，包括全向天线、螺旋状天线和喇叭天线。对于抛物面天线和无方向性天线情况执行模拟。模拟进行了一个月，时间增量为 0.5 s。

表 15  
EESS 参数（无源）（AMSR-E/AQUA）

参 数	值
高度 (km)	705
轨道倾斜角 (度)	98.2
天线增益 (dBi)	42.4
天线方向图	见图 3
偏离天底点角 (度)	47.5
频率范围 (GHz)	10.6-10.68

表 16  
移动业务站的参数

参 数	值	
发射机功率 (dBW)	-3.0	
带宽 (MHz)	18	
天线类型	抛物面天线	全向天线
天线增益 (dBi)	35.0	0
eirp (dBW)	32.0	-3
仰角 (度)	-90~90°	
方向角 (度)	0~360° (见注 1)	
天线方向图	ITU-R F.1245 建议书	全向 0 dBi
台站的数量	日本有 628 个台站, 日本之外有 354 个台站 (见注 2)	
分布	标准分布	
活动因子 (%)	0.34 (见注 3)	

注 1 — 每个台站的方位角是在 360°内随机的。

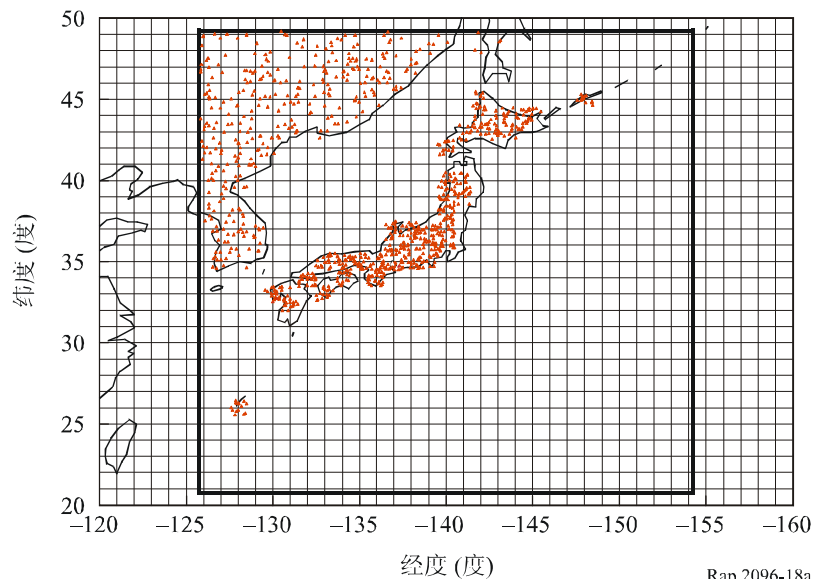
注 2 — 国外台站的数量是根据日本的人口和测量地区内的国家人口之间的比率来估算的 (见图 18)。

注 3 — 该值是基于日本移动业务站使用的统计数字估算出来的, 是在 10.6-10.68 GHz 频带内一年中台站的运行小时与一年中总共的小时数之比。

图 18a

移动站的部署

(活动因子 100%, 日本有 628 个站, 日本之外有 354 个站)



Rap 2096-18a

图 18b

## 移动站的部署

(活动因子 0.34%，日本有 2 个站，日本之外有 1 个站)

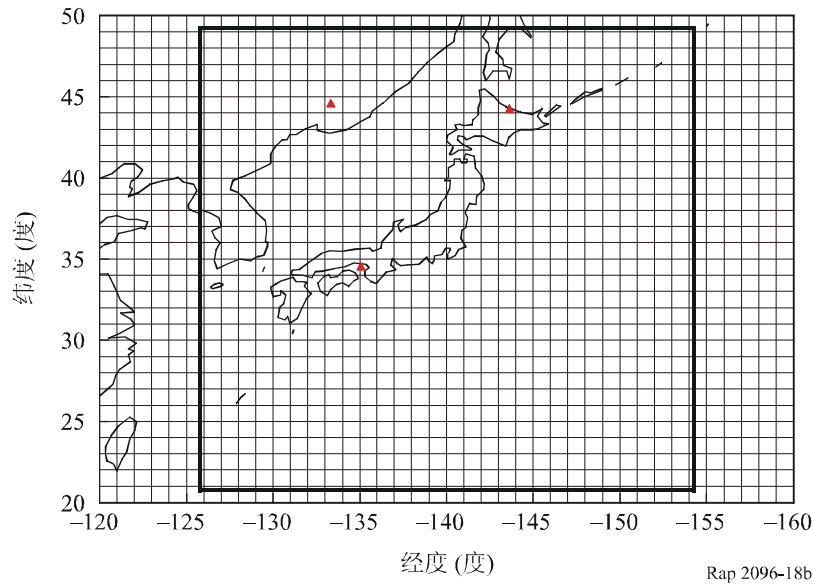
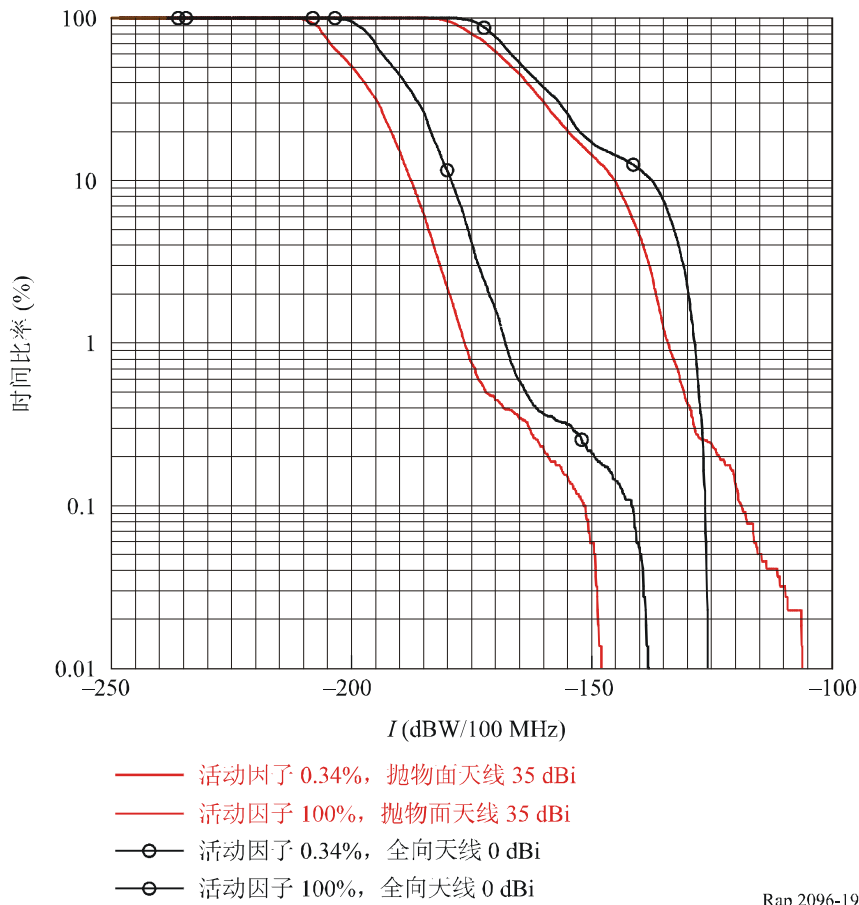


图 18a 和图 18b 所示的移动业务站的计算 CDF 曲线在图 19 中示出。在活动因子 0.34% 下随机选择的三个移动站在图 18b 中示出。图 19 示出了两个不同的天线方向图上活动因子为 100% 和 0.34% 的 CDF 曲线之间的差别。

表 17 示出了对于无源传感器活动因子为 0.34% 和 100%，当前超过容许干扰电平  $-156$  dBW/100 MHz 的干扰的时间百分比。在活动因子为 0.34% 的情况下，对于抛物面天线，干扰超过  $-156$  dBW/100 MHz 的时间百分比为 0.16%，而对于全向天线百分比为 0.32%。

图 19

活动因子为 100%和 0.34%的 CDF



Rap 2096-19

表 17

超过容许干扰电平的干扰的时间百分比

活动因子 (%)	天线类型	容许干扰电平 (dBW/100 MHz)	干扰的时间百分比 (%)
0.34	抛物面天线 35 dBi	-156	0.16
		-166	0.37
	全向天线 0 dBi	-156	0.32
		-166	0.675
100	抛物面天线 35 dBi	-156	21.9
		-166	48.2
	全向天线 0 dBi	-156	28.1
		-166	57.0

表 18 示出了为了满足干扰标准而超出容许干扰电平、发射机功率和 EIRP。把 -156 dBW/100 MHz 认作干扰标准，活动因子为 0.34%，对于抛物面天线，负余量为-4.4 dB，对于全向天线，负余量为-14.4 dB。

表 18  
超出容许干扰电平、发射机功率和 EIRP 以满足干扰标准

活动因子 (%)	天线类型	对于 0.1% 的干扰电平 (dBW/100 MHz)	容许干扰电平 (dBW/100 MHz)	超出容许干扰电平 (dB)	发射机功率 (dBW)	EIRP (dBW)
0.34	抛物面天线 35 dBi	-151.6	-156	4.4	-7.4	27.6
			-166	14.4	-17.4	17.6
	全向天线 0 dBi	-141.6	-156	14.4	-17.4	-17.4
			-166	24.4	-27.4	-27.4
100	抛物面天线 35 dBi	-119	-156	37	-40	-5
			-166	47	-50	-15
	全向天线 0 dBi	-126	-156	30	-33	-33
			-166	40	-43	-43

较高的干扰电平主要是由空中无源传感器的主波束和活动因子较低时 cs 的旁瓣电平之间的耦合造成的。

在此干扰标准中，可以用适当的功率设置技术或其他可能的在本模拟中未使用的抑制技术，来补偿大约-4.4 dB 或-14.4 dB 的负余量。

为了与 EESS（无源）共用，不推荐使用全向天线。

可以看到，对于当前无源传感器来说，对应于-156 dBW/100 MHz 的容许干扰电平的负余量为-14.4 dB。当在移动业务站使用各种不同类型的天线时，平均超出容许干扰电平的值可能在这两种天线情况的值之间。

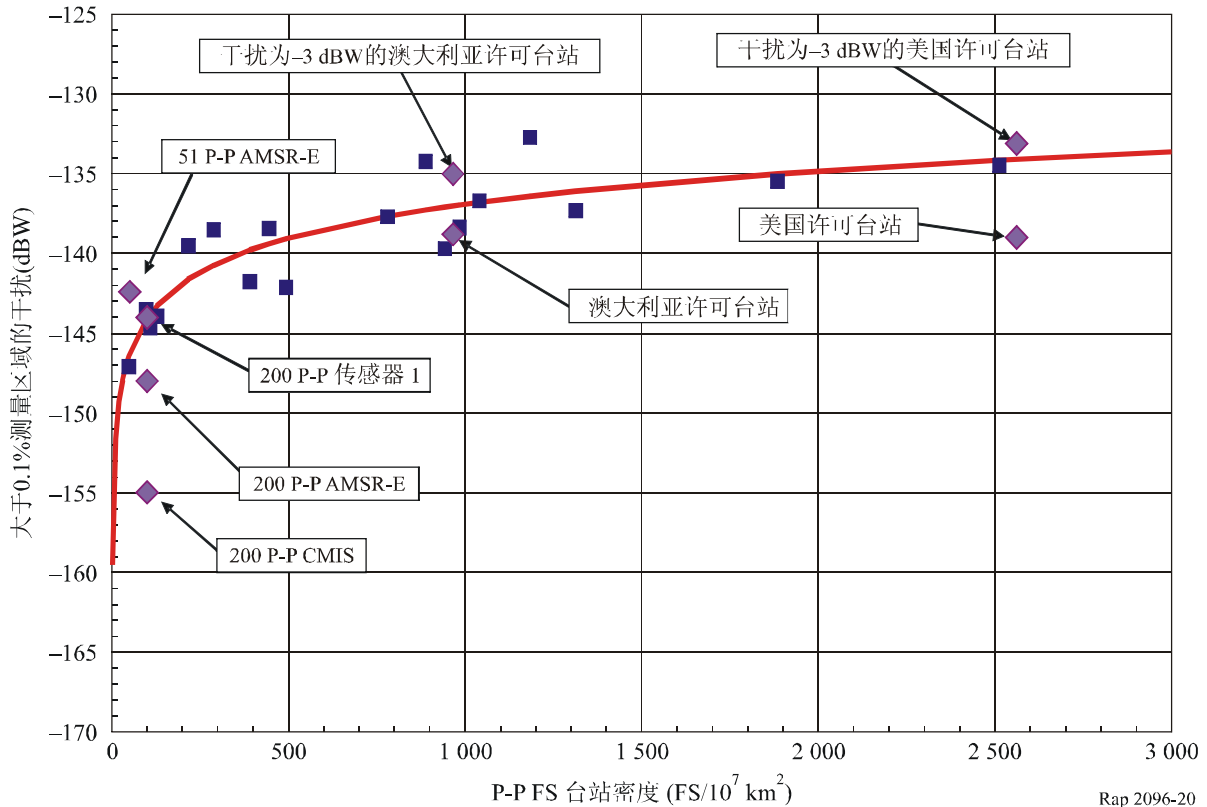
#### 4.6 共用研究结果总结

图 20 示出了第 4.2.1 节关于 P-P FS 部署模型采用的动态模拟的结果，用超过 0.1% 的测量区域的干扰功率来表示，该功率由每个 CDF 确定，在图中根据产生 CDF 的该模拟中 FS 站的密度，来描绘该功率为一个数据点。干扰电平的标准化值为-3 dBW 的 FS 发射功率，且在多个 CDF 由相同 FS 站密度的不同模拟产生时，描绘出对于相同密度的干扰电平的平均值。对于这些结果的考虑是与 ITU-R RS.1029 建议书中在该百分比上的容许电平-156 dBW/100 MHz 相关的。与这些数据点最契合的曲线在该图中绘出，其中曲线以函数  $I = a * x^b$  的形式来定义，

其中  $I$  为干扰功率,  $x$  为 FS 部署密度, 而  $a$  和  $b$  为常数。在第 4.2 节中, 也包括澳大利亚和美国的基于许可站上的动态模拟的结果, 数据点基于每个站实际的许可功率, 并假定每个站在  $-3$  dBW 的发射功率下工作, 这是为了与其他模拟结果以及第 4.1 节、第 4.3 节和第 4.4 节中的 P-P 模拟结果做比照。基于 10.6-10.68 GHz 频带内许可站数据的这些研究结果, 是与早先基于理论模型的研究结果一致的, 并为其他动态模拟中假定的理论部署方案, 提供了确定合理的 FS 部署密度范围的基础。

图 20

## 10 GHz P-P 动态模拟结果比较



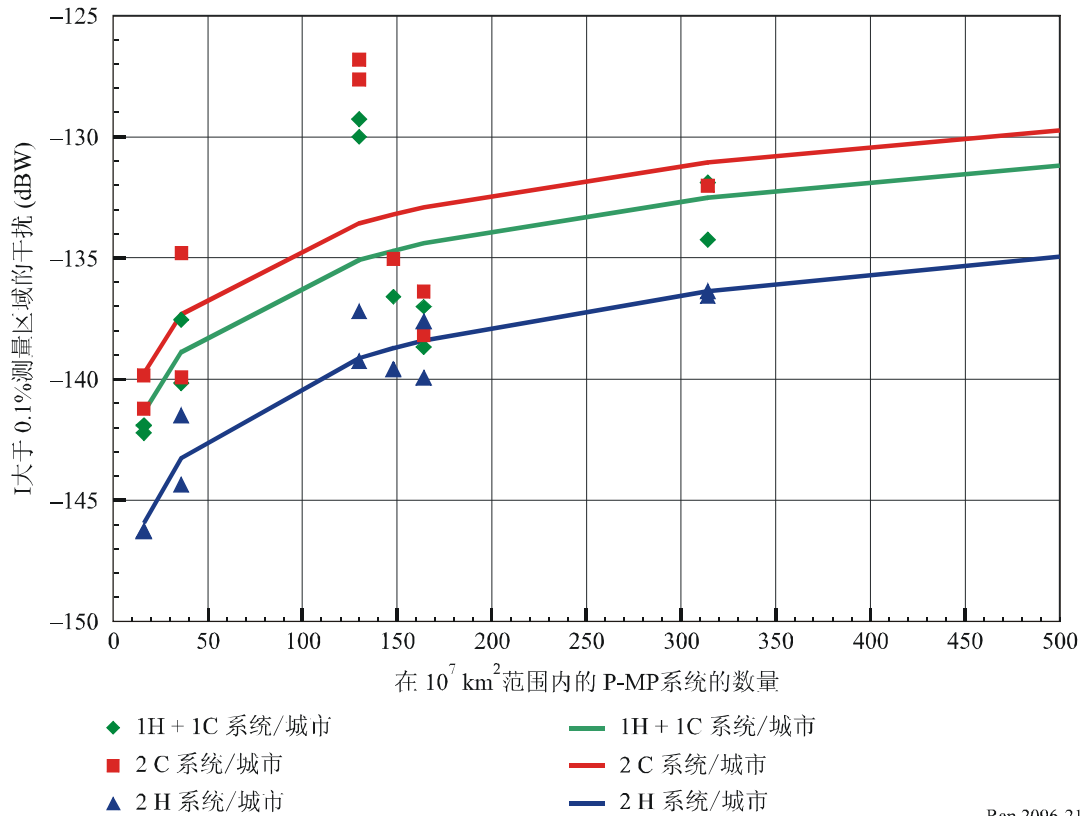
Rap 2096-20

图 21 示出了第 4.2.2 节关于 P-MP FS 部署模型采用的动态模拟的结果, CDF 由点对多点 (P-MP) FS 部署在图 7 中示出的世界六个不同部分的主要城市周围产生。超过 0.1% 的测量区域的干扰功率由每个 CDF 确定, 在图 21 中根据产生 CDF 的该模拟中 P-MP 系统的密度, 来描绘该功率为一个数据点。与这些数据点最契合的曲线在图 21 中绘出。“H”表示中枢站而“C”表示用户站, 用于三种可能的配置, 两个 P-MP 无线电信道落在 10.6-10.68 GHz EESS (无源) 频带上。



图 21

P-MP 动态模拟结果比较



Rap 2096-21

前面每项研究都比较了 EESS（无源）接收机接收的干扰电平与 ITU-R RS.1029 建议书规定的容许干扰电平。然而，要评估这些研究的结果，必须考虑几个额外的因素。

首先所有模拟都计算了无源传感器接收到的干扰，即辐射计整合的平均功率。因此在动态模拟中假设的 FS 发射机功率值应该被视为平均功率电平。然而，典型的调节限制规定用峰值功率电平，比数字传输的平均电平高出 2 到 4 dB。其次，无源传感器天线波束在高极化纯度下进行线性极化，而典型的 FS 干扰来自台站的旁瓣或者后瓣，如果定义了极化，会很小。这一因素使得计算出来的干扰电平减少 2 到 3 dB，一般不包括在干扰计算内。最后，10.6-10.68 GHz 频带基于 FS 台站的两类模拟中，用实际容许功率电平计算的无源传感器干扰电平比假设每个台站在监管限值内发射计算的 0.1% CDF 电平低了 3.8-6.4 dB。模拟研究的总结用动态模拟产生的无源传感器干扰的 CDF 来确定当所有 FS 台站在相同功率电平下运行，刚好满足 ITU-R RS.1029 建议书中容许干扰标准的最大 FS 功率。考虑上述三个因素，用于设置推荐的具体峰值发射功率限制作为调节措施相当于用低于比调整动态模拟获得的干扰 CDF 确定的这些容许发射功率电平低 7.8 到 13.4 dB 的平均功率。

表 19 总结了上述的共用研究。每项模拟研究开始的两列给出在模拟考虑的 FS 或移动台站类型以及每个台站在 FS 或移动部署模型中假设的 FS 或移动发射机功率。这些研究中，基于不同假设测量区域内主要城市数量以及 ITU-R 信道计划每个城市内可用的无线电信道数量，在一系列不同 FS 部署密度下实施动态模拟。表中给出了每项研究的模拟中用到的最低和最高 FS 台站密度。每个动态模拟产生一个无源传感器接收的干扰 CDF， $I_{EESS}$ 。表 1 给出了 0.1% 无源传感器测量区域上超出的  $I_{EESS}$  电平，或者，在一系列 FS 台站部署密度实施模拟的情况下， $I_{EESS}$  在 0.1% 的最低和最高值。该表还给出了基于模拟 CDF 无源传感器干扰电平计算的 FS 发射机功率最低和最高值，可以满足 ITU-R RS.1029 建议书对当前运行的无源传感器-156 dBW 的容许干扰标准。

下面讨论两种校正因素，一个是极化方式不匹配（2-3 dB），另一个是功率电平分布（3.8-6.4 dB）。这些适合通过这些动态模拟得到的干扰 CDF 发展可能的共用标准。表 19 最右列表明了每种模拟情况下计算的容许 FS/移动功率电平范围，最低值对应 FS 发射最低调整电平与最小组合校正因子 5.8 dB，最高值对应 FS 发射最高调整电平与最大组合校正因子 9.4 dB。应该注意表 19 中所有功率电平是每次测量无源传感器辐射计整合的平均功率电平，第 4 节中讨论了如果要用峰值功率电平得到共用标准，需要进一步考虑的校正因子。对于 P-MP 情况，“H”表示中枢站而“C”表示用户站，用于三种可能的配置（1H+1C、2H 或 2C），两个 P-MP 无线电信道落在 10.6-10.68 GHz EESS（无源）频带上。

表 19  
10 GHz 模拟研究结果的总结

10 GHz 模拟研究项数	注	发射机功率 $P_t$ (dBW)	每 $10^7 \text{ km}^2$ 的 FS/MS 台站密度	在 0.1% 处的 $I_{EESS}$ (dBW)	最大 $P_t$ (dBW) 以满足 ITU-R RS.1029 建议书中规定的保护电平	最大 $P_t$ (dBW)，考虑到 5.8-9.4 dB 校正因子
1	P-P	-3	48 至 2 512	-151 至 -130.5 <sup>(1)</sup>	-8 至 -28.5 <sup>(5a)</sup> -18 至 -38.5 <sup>(5b)</sup>	-22.7 至 1.4 -32.7 至 -8.6
1	P-MP (1H1C)	-3	16 至 314	-142.2 至 -129.3 <sup>(1)</sup>	-16.8 至 -29.7 <sup>(5a)</sup> -26.8 至 -39.7 <sup>(5b)</sup>	-23.9 至 -7.4 -33.9 至 -17.4
1	P-MP (2C)	-10	16 至 314	-141.2 至 -126.8 <sup>(1)</sup>	-24.8 至 -39.2 <sup>(5a)</sup> -34.8 至 -49.2 <sup>(5b)</sup>	-33.4 至 -15.4 -43.4 至 -25.4
1	P-MP (2H)	-3	16 至 314	-146.3 至 -136.4 <sup>(1)</sup>	-12.7 至 -22.6 <sup>(5a)</sup> -22.7 至 -32.6 <sup>(5b)</sup>	-16.8 至 -3.3 -26.8 至 -13.3
2	澳大利亚数据库	-3	966	-135.2	-23.8 <sup>(5a)</sup> -33.8 <sup>(5b)</sup>	-18 至 -14.4 -28 至 -24.4
2	美国数据库	-3	2 652	-132.9	-26.1 <sup>(5a)</sup> -36.1 <sup>(5b)</sup>	-20.3 至 -16.7 -30.3 至 -26.7

表 19 (续)

10 GHz 模拟研究 项数	注	发射机功 率 $P_t$ (dBW)	每 $10^7$ km <sup>2</sup> 的 FS/MS 台 站密度	在 0.1%处的 $I_{EESS}$ (dBW)	最大 $P_t$ (dBW) 以满足 ITU-R RS.1029 建议书 中规定的保护 电平	最大 $P_t$ (dBW), 考虑 到 5.8-9.4 dB 校正因子
3	200 P-MP	-10	200	-167 至-136 <sup>(3)</sup>	-10 至-30 <sup>(5a)</sup> -10 至-40 <sup>(5b)</sup>	-4.2 至-20.6 -4.2 至-30.6
3	100 P-P	-3	100	-155 至-144 <sup>(3)</sup>	-3 至-15 <sup>(5a)</sup> -14 至-25 <sup>(5b)</sup>	2.8 至-5.6 -8.2 至-15.6
3	100 个移动 站	-3	100	-142 至-126 <sup>(3)</sup>	-17 至-33 <sup>(5a)</sup> -27 至-43 <sup>(5b)</sup>	-11.2 至-23.6 -21.2 至-33.6
4	51 P-P	-3	51	-142.4	-16.6 <sup>(5a)</sup> -26.6 <sup>(5b)</sup>	-10.8 至-7.2 -20.8 至-17.2
4	982 个移动 站	-3	100	-126 或-119	-33 或-40 <sup>(5a)</sup> -43 或-50 <sup>(5b)</sup>	-27.2 至-23.6 -37.2 至-33.6
4	3 个移动站	-3	100	-151.6 或-141.6	-7.4 或-17.4 <sup>(5a)</sup> -17.4 至-27.4 <sup>(5b)</sup>	-1.6 至 2 -11.6 至-8

<sup>(1)</sup> FS 密度和不同传感器的范围。

<sup>(2)</sup> 两种 FS 密度的值。

<sup>(3)</sup> 三种不同传感器的值。

<sup>(4)</sup> 所有 FS 功率为“平均”功率，而 MS 功率为“峰值”功率。

<sup>(5a)</sup> 使用 ITU-R RS.1029 建议书标准获得的值为-156 dBW/100 MHz。

<sup>(5b)</sup> 使用 ITU-R RS.1029 建议书标准获得的值为-166 dBW/100 MHz。

在几种情况下，容许功率电平在表 19 的最右列给出了超出模拟研究假定的 FS 功率电平，可以认为 FS 与 EESS（无源）之间的兼容性已经可以由这些情况说明。对于那些指明容许功率电平低于假设 FS 发射功率电平的情况，以测量区域百分比的形式检验了模拟产生的干扰 CDF 来确定对当前运行的无源传感器的影响，在该测量区域上，如果 FS 发射机功率限定在该模拟假设的值内，或者在模拟 4 的情况下，台站的许可值假定为峰值功率电平，则超出 -156 dBW（或-166 dBW）的容许干扰功率电平。对于模拟 2 百分比的范围值包含了 FS 站部署密度的范围，而模拟 3 百分比的范围值代表了对相同部署模型上的不同无源传感器造成的影响。这些结果见表 20。

表 20  
超出容许干扰功率电平的测量区域百分比

10 GHz 模拟研究序号	FS/MS 类型	发射机功率 $P_t$ (dBW)	每 107 km <sup>2</sup> 的 FS/MS 台站密度	超过-156 dBW 测量区域的百分比	超过-166 dBW 测量区域的百分比
1	P-P	-3	48 至 2 512	< 0.1 至 13	0.4 至 30
1	P-MP (1H1C)	-3	16 至 314	0.2 至 13	0.2 至 20
1	P-MP (2C)	-10	16 至 314	0.2 至 13	0.2 至 20
1	P-MP (2H)	-3	16 至 314	0.1 至 10	0.8 至 10
2	澳大利亚数据库	-3	966	1.8	0.5 至 20
2	美国数据库	-3	2 652	3.6	10 至 30
3	200 P-MP	-10	200	< 0.1 至 0.8	0.1 至 11
3	100 P-P	-3	100	< 0.1 至 0.6	1 至 5
3	100 个移动站	-3	100	1 至 3	11 至 50
4	51 P-P	-3	51	1.1	3.3
4	982 个移动站 (35 dBi 天线)	-3	982	14.6	31
4	982 个移动站 (0 dBi 全向天线)	-3	982	17.44	38
4	3 个移动站 (35 dBi 天线)	-3	3	0.06	0.2
4	3 个移动站 (0 dBi 全向天线)	-3	3	0.22	0.4

## 5 抑制技术

### 5.1 EESS (无源)

当前和未来卫星无源传感器整合了信号接收，而且不可能区分自然和人为发射。如果干扰超出容许电平，几个地区面临测量崩溃的风险，可能影响到天气的可靠预测或者其他使用传感器数据产品的科学应用。没有现成的技术来确认干扰造成无源传感器测量的崩溃，以及抑制天气预测或者使用这一数据的其他科学研究中这种测量崩溃的影响。

因此适用于 EESS (无源) 的抑制技术主要针对能够减少在卫星上接收干扰电平的方法。

下面考虑了 EESS (无源) 仪器的技术和运行特征并且评估了抑制或者最小化干扰的可能方法：

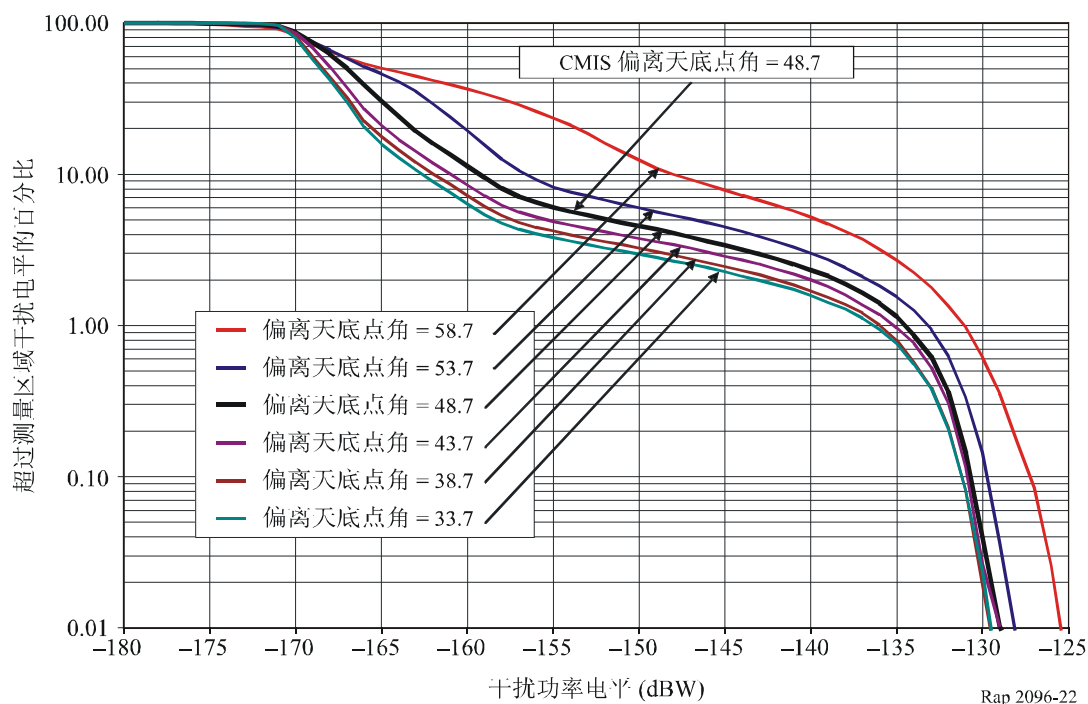
- 最大入射角限制控制着地面有源业务与 EESS (无源) 接收机之间的直接耦合幅度。然而，在当前设置值以下减小无源传感器圆锥扫描非天底指向角，不能明显减少干扰电平。

- 最小主波束效率的要求直接控制天线模式的形状，可以减少接收到的主波束区域以外干扰功率。
- 空间分辨率限制可以在一定像素 EESS（无源）仪器内减少干扰源之间的相似性，或者干扰源数量。
- 改进的 EESS（无源）天线旁瓣性能可以减小干扰电平。例如，在 EESS（无源）参考天线方向图与 ITU-R S.672 建议书<sup>3</sup>规定的 FSS 天线方向图之间做比较 — 卫星天线辐射方向图作为固定卫星业务中用的同步卫星设计目标，表明减少旁瓣电平会降低干扰百分比。

无源传感器圆锥扫描的主波束与地球表面相交于固定的仰角，它由卫星高度和接收天线的非天底指向角确定。为了检验 EESS 仰角这种变化的影响，重新运行先前报告的某个模拟模型，不同无源传感器非天底指向角范围从低于 48.7° CMIS 偏离天底点角 15°到高于该天底点角 10°。图 22 示出这些模拟的结果。

检查该图显示，当前的 CMIS 偏离天底点角减去偏离天底点角并没有有效地降低干扰电平。然而，这样的降低将有效地降低无源传感器的幅宽和每个卫星路径上收集到的数据区域的数量。在当前 CMIS 角上增加偏离天底点角会有效地增加干扰电平。

图 22  
基于 EESS 偏离天底点角变化的干扰结果



<sup>3</sup> ITU-R S.672 建议书：在使用地球静止卫星的卫星固定业务中把卫星天线辐射方位图作为设计目标。

## 5.2 固定业务

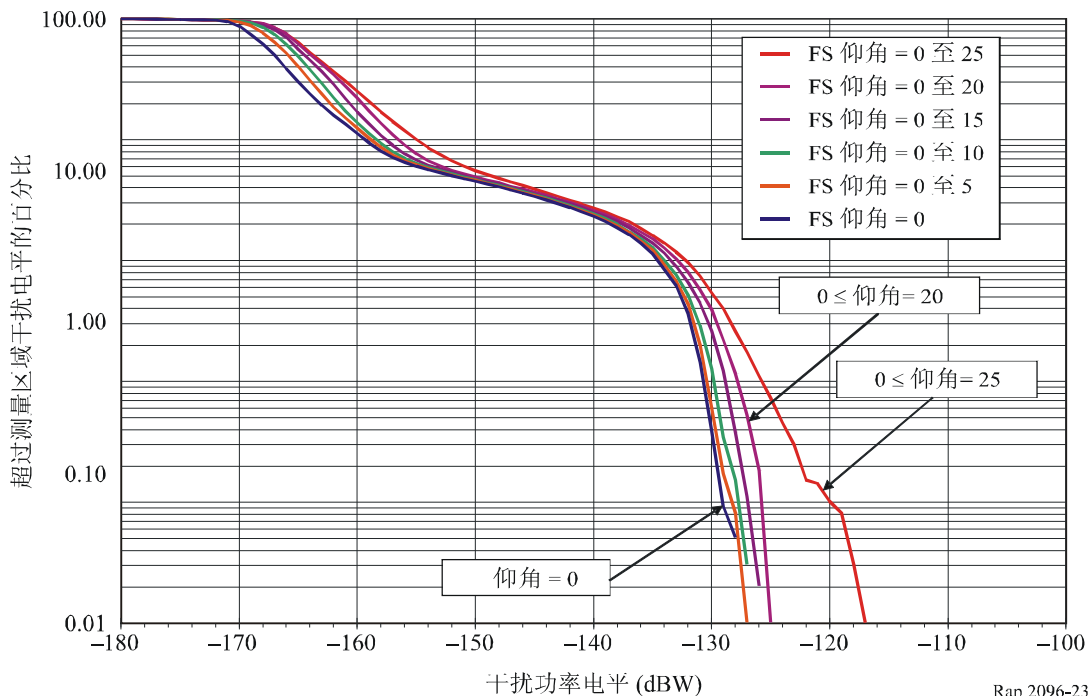
下面考虑并评估了一个 FS 台站的技术和操作特征，在这一频带运行的 FS 实现抑制或最小化干扰变化的可能方法：

- 最大 FS 台站 e.i.r.p.限制。
- 对 FS 台站主波束最大仰角的要求；然而，FS 仰角均匀分布，在共用研究中是不实际的分布，无源传感器圆锥扫描的干扰电平在 FS 仰角超出上限  $20^\circ$  之前不会显著增加。
- 在晴朗天空和规定的衰退边际下，按照期望接收信号电平设定 FS 发射功率的要求；这种方法能够显著减少对无源传感器的干扰电平。

之前的干扰模拟一般假设所有 FS 发射机在  $0^\circ$  仰角运行。然而，可以预期在实际 FS 系统高度存在着一些变化。为了检查 FS 仰角变化的影响，运行之前报告的一个基于  $0^\circ$  FS 仰角的模拟模型，根据仰角均匀分布在  $0^\circ$  和  $5^\circ$  到  $25^\circ$  的上限之间，给每个 FS 台站随机指派一个仰角。尽管自然界实际的 FS 仰角更像是高斯分布，为简单起见，假设这些模拟的 FS 仰角均匀分布。在上一稿中，该 FS 部署模型指定为用于 CMIS 无源传感器在中亚测量区域的 FS P-P 情况 4 参数。这些模拟的结果见图 23。

检查该图显示，在测量区域的 0.01% 上，最大 FS 仰角从  $0^\circ$  增至  $20^\circ$ ，则干扰电平缓慢地增加；而最大 FS 仰角从  $20^\circ$  增至  $25^\circ$ ，则干扰电平将大大地增加。

图 23  
基于 FS 仰角变化的干扰结果



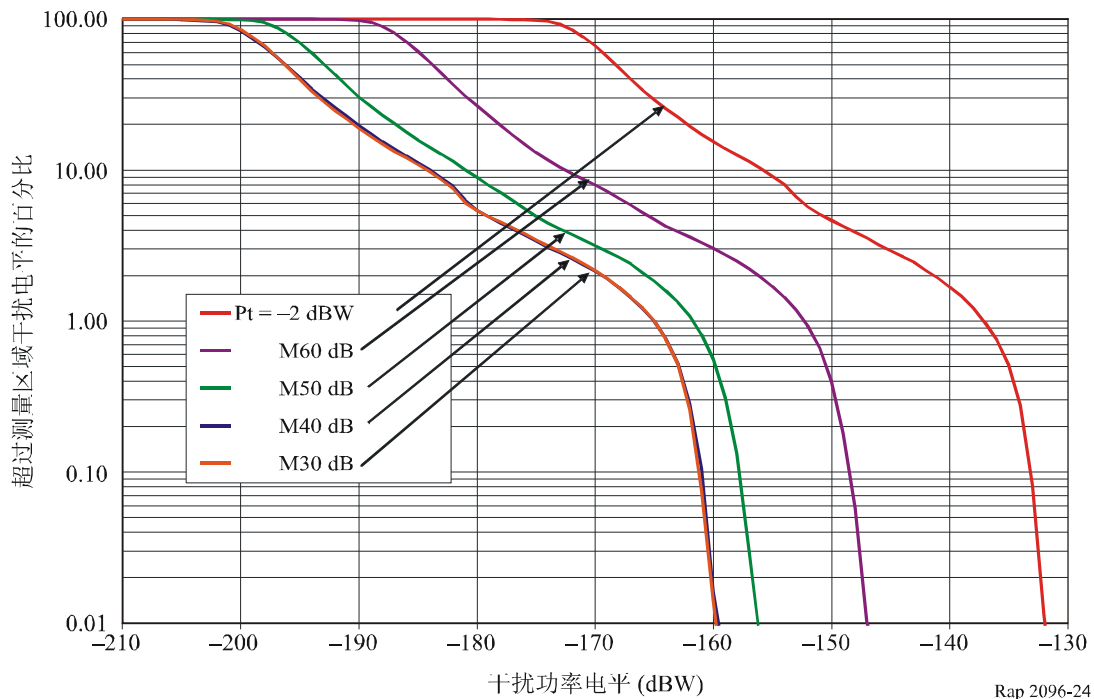
注 — 尽管这些研究考虑了 FS 仰角最大为  $25^\circ$ ，为了确认干扰电平显著增加的仰角，在实际运行系统极少有 FS 高度超出  $5^\circ$ 。

之前的干扰模拟一般假定所有 FS 发射机在相同功率运行。然而，检查一些其他 FS 频带授权记录发现了授权发射机功率的变化。发射机功率变化的一个原因可能是无线电链路路径长度存在差异。

建立了一个在自由空间传播条件下只提供特定接收电平的指定 P-P FS 台站发射功率模拟模型，指定发射功率电平在  $-30$  dBW 至  $-2$  dBW 之间，空间传播的路径长度在  $0.5$  至  $30$  km 之间按标准概论分布随机选择。特定接收电平包括衰退余量，该余量高于最小需要接收信号电平  $-117$  dBW 的  $30$  至  $60$  dB 之间。图 24 用特定发射功率电平与假设的所有发射机在相同的最大发射功率电平运行的情况做比较，说明这项技术对无源传感器干扰电平的影响。该图也包括了每个 FS 站在规定的  $-2$  dBW 最大功率电平发射情况时的 CDF。

图 24

基于与 P-P 路径长度相关的发射功率的干扰结果



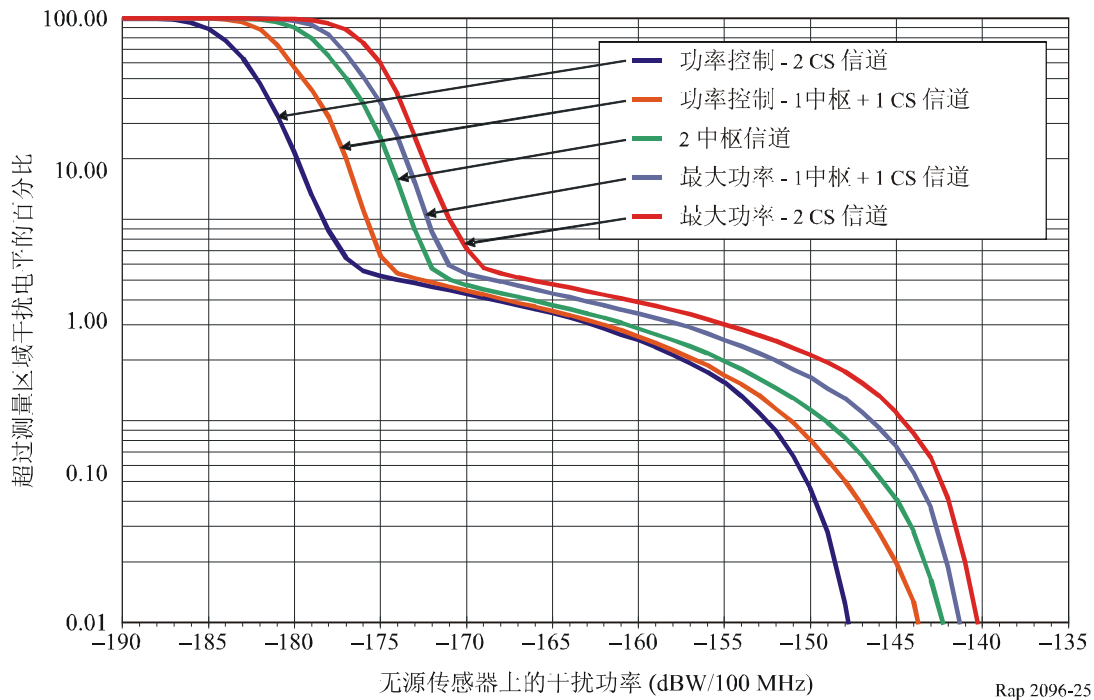
Rap 2096-24

注 — 指定如 “M30dB” 用于标注 CDF 表示在自由空间传播上由 FS 发射机功率设置提供的余量。

对于 P-MP 系统，进行附加的模拟，把 P-MP 系统中用户站链路的发射功率调整到  $-10$  至  $-30$  dBW 的限值之间，以提供标称接收信号电平  $-110$  dBW。假定所有情况下中枢站均在  $-3$  dBW 的发射机功率下运行。假定在这些模拟中，用户站的天线增益为  $23$  dBi，而路径长度在  $0.1$  至  $10$  km 之间随机变化。这些模拟的结果示于图 25。当用户链路上使用功率控制时，这些模拟表示无源传感器干扰电平的大大降低，与中枢站在  $-3$  dBW 的最大发射功率电平处，使用无源频带的两个 P-MP 信道的情况做比较。然而，对于中枢站使用总的发射机功率限定在  $-10$  dBW 值的信道的情况，无源传感器干扰电平甚至更低。

图 25

基于与 P-MP 路径长度相关的发射功率的干扰结果



### 5.3 移动业务

由于在这些研究中考虑的 MS 应用与 P-P FS 系统的应用有相似的特性，因此在第 5.2 节中讨论的抑制方法适用于这些 MS 应用。

## 6 结论

本报告给出了在 10.6-10.68 GHz 频带评估几类 FS 台站和 MS 台站对 EESS (无源) 接收机潜在干扰电平的几项模拟研究的结果。该报告的第 4.6 节总结了这些研究的结果。表 19 给出了对研究中考虑的不同 FS 和 MS 部署模型以及 EESS 无源传感器满足 ITU-R RS.1029 建议书的 FS 和 MS 功率电平范围。表 20 说明 ITU-R RS.1029 建议书中无源传感器的容许干扰电平超出研究中假设的 FS 和 MS 功率电平测量区域的百分比。

考虑并评估了 EESS (无源) 传感器以及 FS 与 MS 系统的许多技术和运行特征寻求可能抑制或最小化干扰电平的方法。下表表明这些系统技术和运行特征的可能限制，以方便 10.6-10.68 GHz 频带之间的 EESS (无源) 以及 FS 与 MS 共用。应该注意，在编制该表时，试图规定一个限值，在避免对有源业务的不适当限值与对 EESS (无源) 提供充分保护之间找到适当的平衡。



表 21  
10.6-10.68 GHz 频带可能的共用标准

EESS (无源)	FS	MS
入射角 $\leq 60^\circ$ ，其中入射角定义为本地垂线与无源传感器天线光束中心之间在地球表面的角度	仰角 $\leq 20^\circ$	
空间分辨率 $\leq 50$ km，其中空间分辨率定义为无源传感器在地球表面-3 dB 等值线的最大横截面	最大 P-P 发射机功率： $\leq -15$ dBW，或 $\leq -5$ dBW，10 dB ATPC 最大 P-MP 发射机功率： $\leq -17$ dBW 中枢站 $\leq -10$ dBW 用户站	最大发射机功率-17 dBW
主波束效率 $\geq 85\%$ ，其中主要波束效率定义为能量（主极化和交叉极化成分）相对于-3 dB 波束宽区域的 2.5 倍范围之内所有角度的总能量	最大 P-MP 中枢站 e.i.r.p. $\leq -4$ dBW	

该表中的各项，如最大功率是基于假设有源业务没有采用抑制技术的模拟，除非该表中另有规定。而如果采用了抑制技术，则该表中的限制可以放宽。可能的抑制技术包括功率的灵活设置，10 dB 或更多的功率电平控制（ATPC）以抑制衰退，使用高性能方向天线。例如，上表中的 ATPC 项规定了使用 10 dB ATPC 的情况。在使用 ATPC 的系统的情况下，最大发射机功率限制会随对应的系统使用的 ATPC 数量增加。共用研究模拟结果表明，一些部署模型对 EESS（无源）使用的该表中的干扰电平值，超出了 ITU-R RS.1029 建议书中的容许干扰标准。然而，考虑到为共用该频带的共用业务制定共用标准时，需要公平地分摊成本，这样的结果对 EESS（无源）系统是可以接受的。

## 7 支持的 ITU-R 文件

ITU-R F.758 建议书：制定固定业务与其他业务之间频率共用标准时考虑的问题。

ITU-R RS.1803 建议书：在地球探测卫星（无源）和空间研究（无源）业务中便于与固定业务和移动业务共用 10.6-10.68 GHz 和 36-37 GHz 频带的无源传感器的技术和运行特征。