

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R F.1764-1建议书
(05/2011)

**评估3 GHz以上频段中使用高空平台
电台的固定业务系统中的用户链路
对固定无线系统的干扰的方法**

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.1764-1建议书

评估3 GHz以上频段中使用高空平台电台的固定业务系统中的用户链路对固定无线系统*的干扰的方法

(2006-2011年)

范围

本建议书提供了一个干扰估计的方法，它可以用于在3GHz以上频段中，在使用高空平台站（HAPS）的固定业务（FS）系统中的用户链路和一般固定无线系统之间的频率共用研究。对HAPS飞艇和地面站对固定无线站的干扰情况进行了分析。本建议书中不考虑HAPS网关链路。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 为了提供大容量业务，已经开发出利用同温层中的高空平台站（HAPS）的新技术；
- b) 某些主管部门想要在根据频率分配表或脚注专门分配给地面无线电通信如固定业务使用的频段中，运行使用HAPS的系统，
- c) 在5 850-7 075 MHz频段中使用高空平台站的系统的架构信息（包括用户和网关链路）见ITU-R F.1891建议书；
- d) that HAPS用户链路可在47.2-47.5 GHz和47.9-48.2 GHz 频段中运行；
- e) 在某些国家内，HAPS用户链路可在不产生有害干扰、不保护的基础上，在27.9-28.2 GHz和 31.0-31.3 GHz频段中运行，

建议

1 附件1中所描述的方法可用于评估在3 GHz以上频段中使用高空平台站的固定业务系统中的用户链路对固定无线系统的干扰。

* 在本建议书中使用的术语“固定无线系统”是指点对点固定无线系统。所以，使用术语“固定无线站”。

附件1

评估在3 GHz以上频带中使用高空平台电台的 固定业务系统中的用户链路对固定 无线系统的干扰的方法

1 引言

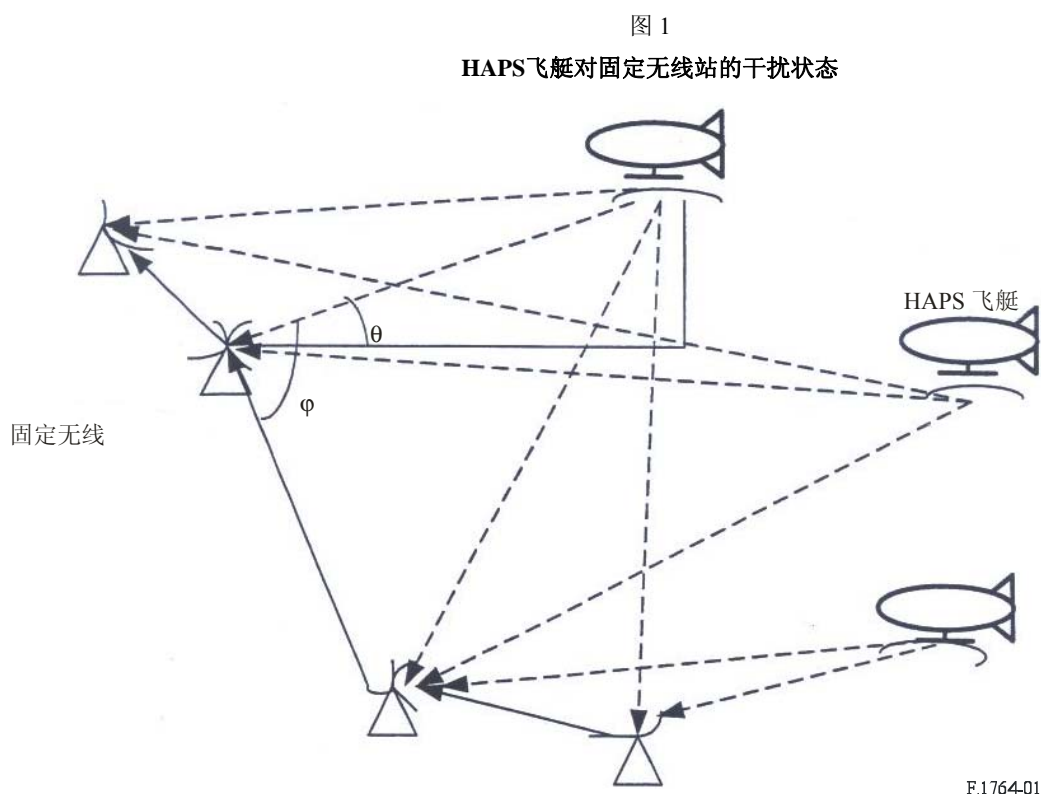
本附件提供了一个在3 GHz以上频带中研究使用HAPS的固定业务系统中的用户链路和固定无线系统之间的频率共用问题要使用的干扰估计方法。考虑了HAPS飞艇和地面站对固定无线站的干扰状况。

它还提供了在6 GHz¹上干扰计算的例子。假设这一频率只是为了说明一个干扰计算的例子。

2 计算使用HAPS的FS系统对固定无线系统干扰的方法

2.1 HAPS飞艇对固定无线站的干扰

图1表示了HAPS飞艇对固定无线站的干扰状况。



¹ 认识到6 GHz频率不是专门分配给地面无线电通信的频带。它是为了这一分析而选择的，以便于制定出计算干扰的方法，因为这一频带有广泛的关于地面系统的可用技术数。

现在，大多数FS系统采用数字调制。在数字点对点（P-P）和点对多点（P-MP）FS系统情况下，按照ITU-R F.1107建议书的规定，假定干扰电平是不随时间变化的，所以，用各路由的性能值劣化的百分数 FDP_{route} 来估计干扰是适当的。

对于在通常多径衰落占支配地位的频率上工作的、有 n 跳的数字点对点FS系统而言，众所周知，一般来说，多跳的P-P FS系统的性能指标是根据路由、按照下式来确定的：

$$FDP_{route} = 100 \frac{\sum_{k=1}^n (I_k)}{n \times N_T} \% \quad (1)$$

其中：

N_T : 接收机的热噪声

I_k : 从可以看到的HAPS飞艇来的落入第 k 个接收机中的综合干扰

注1 – 该模式反映了用于基线干扰研究的多跳固定无线站系统，以及微波系统提供长途、大容量流量的时间段。尽管如此，随着城域、国家和国际光纤网络的发展，这类系统迅速被承载多种流量并连接到光纤网络的回传系统取代。所以大多数现代部署主要包含短距离链路。因此，任何基于干扰导致的50跳端到端性能降级的分析可能已不再适用。相反，每一跳都需要单独保护。

将从全部可以看到的HAPS飞艇所产生的干扰分量求和，就可以确定在一数字固定无线站上所接收到的综合干扰。每一个飞艇产生的干扰分量可以按照下式来确定：

$$I_D = F(\theta) + G(\varphi) + 10 \log \left(\frac{\lambda^2}{4\pi} \right) - L_{fr} \quad (2)$$

其中：

$F(\theta)$: 在水平面以上的到达角 θ 方向上，HAPS飞艇的pfd(dB(W/(m²·MHz)))

$G(\varphi)$: 在固定无线站到HAPS飞艇方向 φ 上的天线增益 (dBi)

λ : 载波的波长 (m)

L_{fr} : 固定无线站的馈线损耗 (dB)。

2.2 HAPS地面站对固定无线站的干扰

图2表明了HAPS地面站对固定无线站的干扰状态。

从HAPS地面站来的对固定无线站的干扰功率由公式（3）求得：

$$I_G = P_{HG} - L_{fh} + G(\theta_{H-R}) - L_b(p) + G(\theta_{R-H}) - L_{fr} \quad (3)$$

其中：

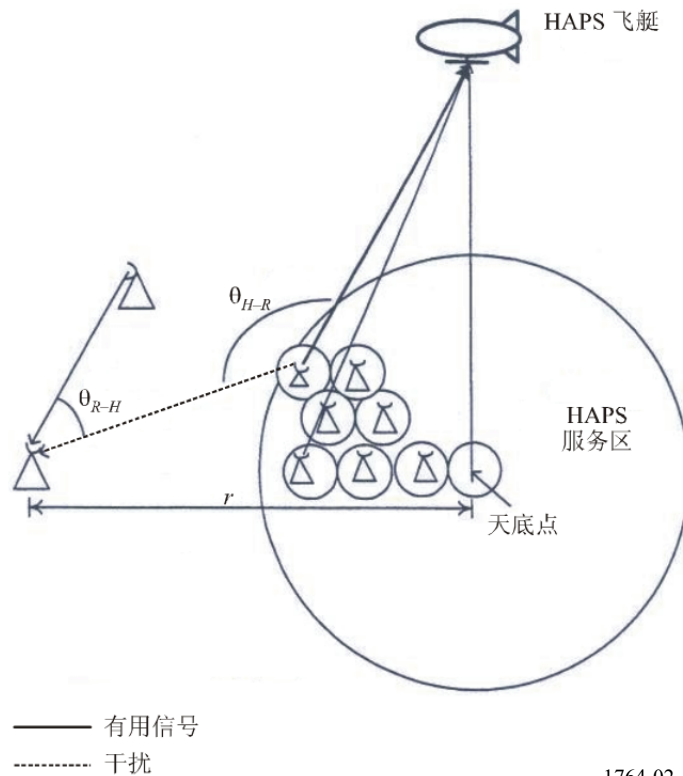
P_{HG} : 从HAPS地面站来的发射功率密度(dB(W/MHz))

L_{fh} : HAPS地球站的馈线损耗 (dB)

- $G(\theta_{H-R})$: HAPS地球站在HAPS地球站的主射束方向和受干扰的固定无线站方向之间的夹角 θ_{H-R} 上发射天线的增益 (dBi)
- $L_b(p)$: 不超过ITU-R P.452建议书中给出的时间百分数 p (%) 相应的基本传输损耗
- $G(\theta_{R-H})$: 在固定无线站天线的主射束方向和干扰HAPS地球站方向之间的夹角为 θ_{R-H} 的方向上, 固定无线站接收天线的增益 (dBi)
- L_{fr} : 固定无线站的馈线损耗 (dB)

图2

从HAPS地球站到无线固定站的干扰环境



考虑到图3中所示的机理, 可以用公式 (4) 求得从HAPS地面站的多个输入来的在固定无线站上的干扰功率。

在公式 (4) 中, 假设在10 GHz以下的视距传播路径上, 可以忽略大气吸收。所使用的传播模型是根据ITU-R P.452建议书, 时间百分数 p 为50%:

$$I_{G-T} = P_{HG} - L_{fr} - 92.5 - 20 \log f + 10 \log \left\{ \sum_i \sum_j \left(\sqrt{x_{ij}^2 + y_{ij}^2} \right)^{-2} 10^{\frac{G(\theta_{R-H})}{10}} 10^{\frac{G(\theta_{H-R})}{10}} \right\} - L_{fr} \quad (4)$$

其中：

f : 频率 (GHz)

$$x_{ij} = \begin{cases} r + id & (j = \text{偶数}) \\ r + \frac{(2i-1)d}{2} & (j = \text{奇数}) \end{cases} : \text{HAPS地球站的}x\text{位置}$$

$y_{ij} = jd \sin 60^\circ$: HAPS地球站的 y 位置

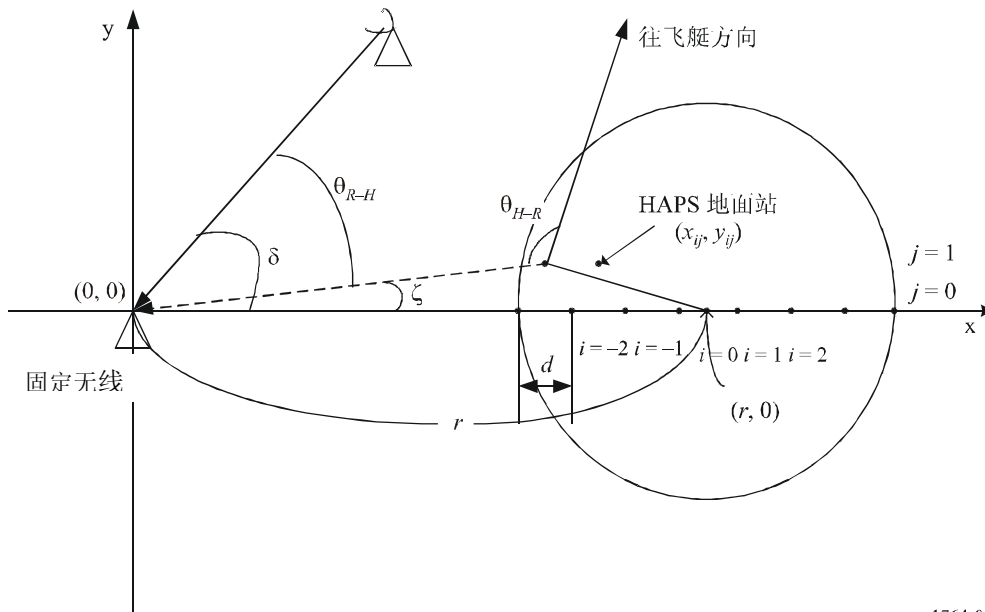
r : 固定无线站和HAPS飞艇天底点之间的距离

d : HAPS地球站之间的距离

i, j : 分别为小区在 x 和 y 轴上的位置。

图 3

计算HAPS地面站对固定无线站干扰的机理



1764-03

一旦估计出了固定无线站上的干扰电平，可以用下面的公式计算 I/N 比：

$$I/N = I_{G-T} - \{ 10 \log(k T B) + NF \} \quad \text{dB} \quad (5)$$

其中：

k : 波尔兹曼常数 = 1.38×10^{-23} (J/K)

T : 温度 (K)

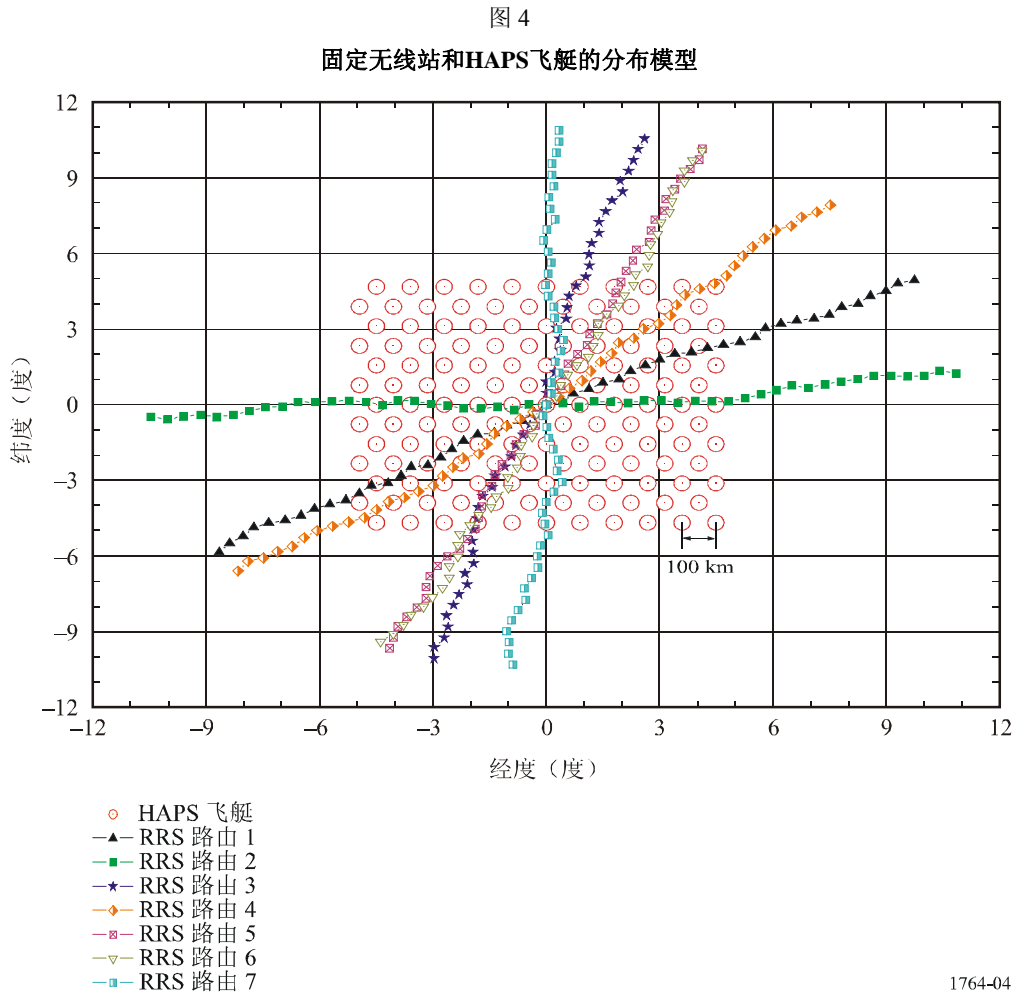
B : 带宽 (Hz)

NF : 固定无线站的噪声系数(dB)。

3 估计HAPS系统对固定无线系统干扰的例子

3.1 HAPS飞艇对固定无线站的干扰

图4表示了假设的用于干扰估计的HAPS飞艇和固定无线站的分布模型。



1764-04

HAPS飞艇在高度为20 km的一固定点上，它可以覆盖地面上直径为110 km的服务区（仰角： 20° ），所以，考虑了服务区重叠以后，HAPS飞艇天底点的位置能够以100 km的间隔均匀分布，如图4所示。假设，在 $1\,000 \times 1\,000 \text{ km}^2$ 的区域内，HAPS飞艇是均匀分布的。

假设受干扰的固定无线系统路由由50跳组成，它们是散开分布的，各路由的中心都与飞艇分布的中心相一致。

表1表示了计算中所用的固定无线系统和HAPS飞艇的系统参数。正好选6 GHz频率是为了说明干扰估计的例子。对本附件的干扰计算而言，所有的坐标都考虑了地球的曲率。

表 1

固定无线系统和HAPS飞艇的通用参数

参数		数值
频率		6 GHz
固定无线系统	每路由的跳数	50
	跳之间的距离	50 km
	路由数	600
HAPS飞艇	飞艇数	126
	高度	20 km

表2表示在计算中所使用的数字固定无线系统和HAPS飞艇的系统参数。用于效率共用研究的固定无线系统的系统参数也是依据ITU-R F.758建议书。

对于衰落受多径传播支配的频段，ITU-R F.758建议书规定原则上，干扰相对于接收机热噪声的电平不得超过-10 dB（或-6 dB）。在数字固定业务系统情况下，这些值分别相当于FDP为10%（或25%）。但是，由于这类使用可在已存在的链路上重叠（链路已连接到其它系统上），10%的容限可能已经用尽。为不增加干扰，可能需要将干扰限制在1%至2%以下。尽管如此，为说明这一方法，假定所要求的保护电平为10%，所计算出的HAPS飞艇对数字固定无线站的干扰分布如图5和图6所示，图中以 pdf_{low} 和 pdf_{high} 作为变量。

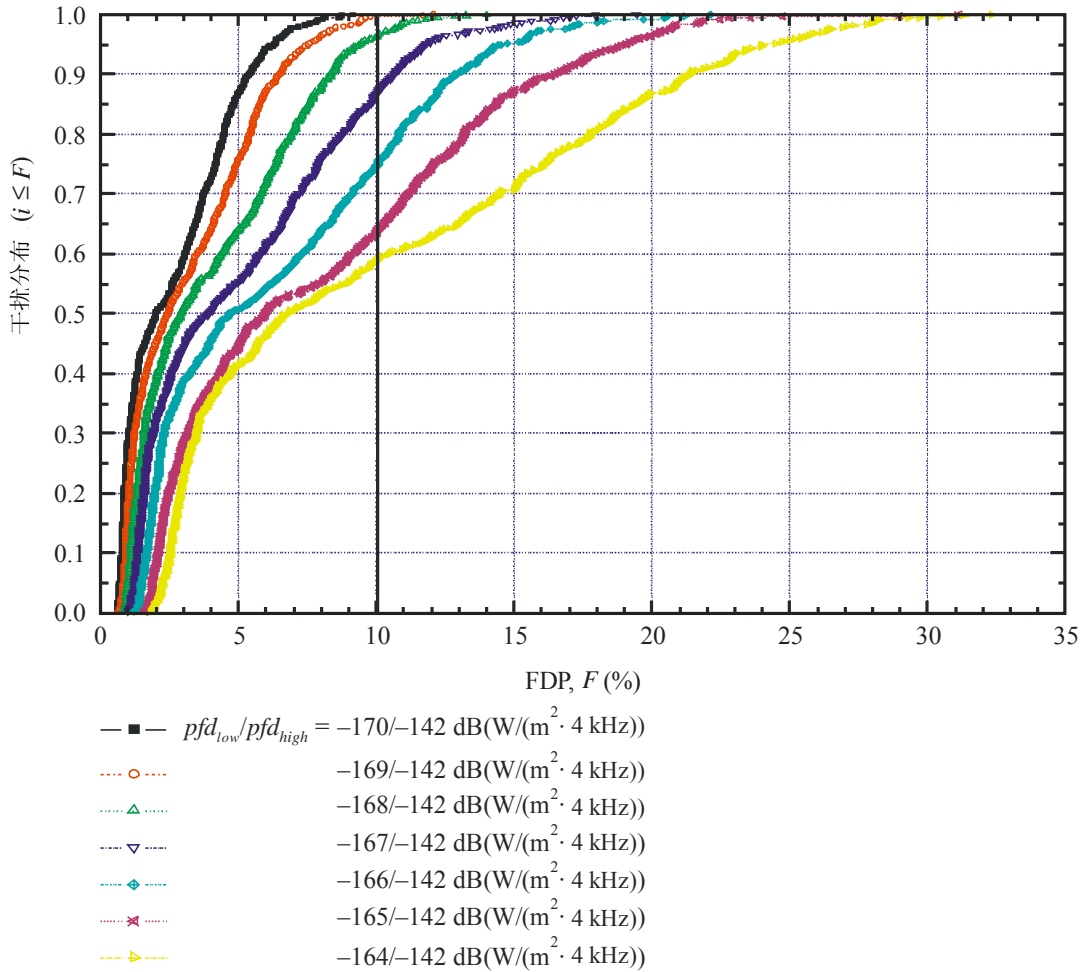
表 2

数字固定无线系统和HAPS飞艇的系统参数

参数		规格
固定无线系统	天线辐射图	ITU-R F.1245建议书
	天线最大增益	45 dBi
	馈线损耗	5.5 dB
	接收机噪声系数	4 dB
	固定无线站之间的仰角	高斯分配
HAPS飞艇	pdf_{low}	-146 \simeq -140 (dB(W/(m ² · MHz)))
	pdf_{high}	-127 \simeq -118 (dB(W/(m ² · MHz)))

图5中，当假设HAPS飞艇的pfd电平为 $-140/-118(\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{MHz})))$ 时，约在58%的路由中，固定无线站的FDP将小于10%。随着 pfd_{low} 的减小，所受到的干扰也随之减小。例如，当 pfd_{low} 减小6 dB时，即 $pfd_{low} = -146(\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{MHz})))$ 时，在100%的路由中，固定无线站的FDP都将小于所假设的干扰标准10%。

图 5
HAPS飞艇产生的FDP随 pfd_{low} 的分布



F.1764-05

图6表示了当 pfd_{low} 为 $-145(\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{MHz})))$ 时，干扰分布随 pfd_{high} 变化的情况。即使 pfd_{high} 比 $-121(\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{MHz})))$ 再减小6 dB，FDP小于10%的干扰分布的最大差别仅为5%左右。

3.2 HAPS地面站对固定无线站的干扰

表3列出了在计算中所使用的固定无线系统和HAPS系统的系统参数。

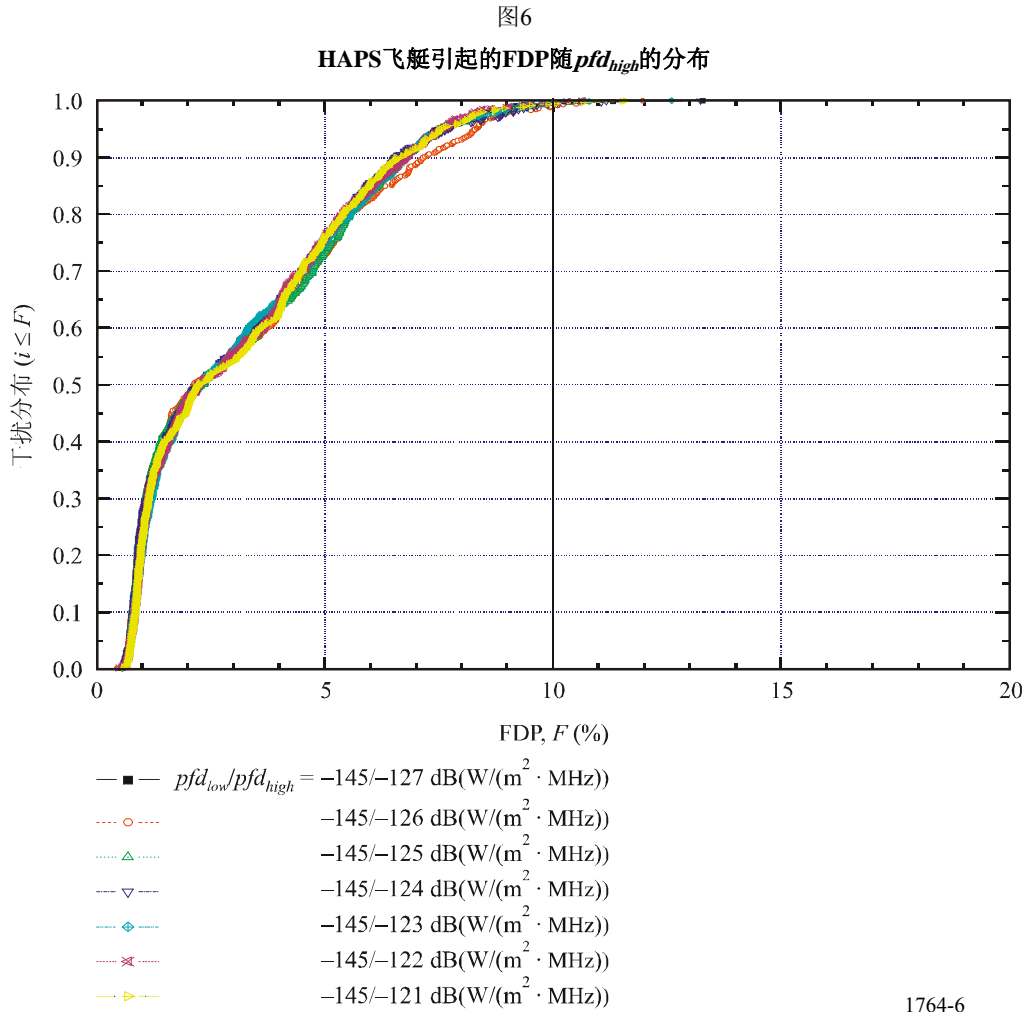


表 3

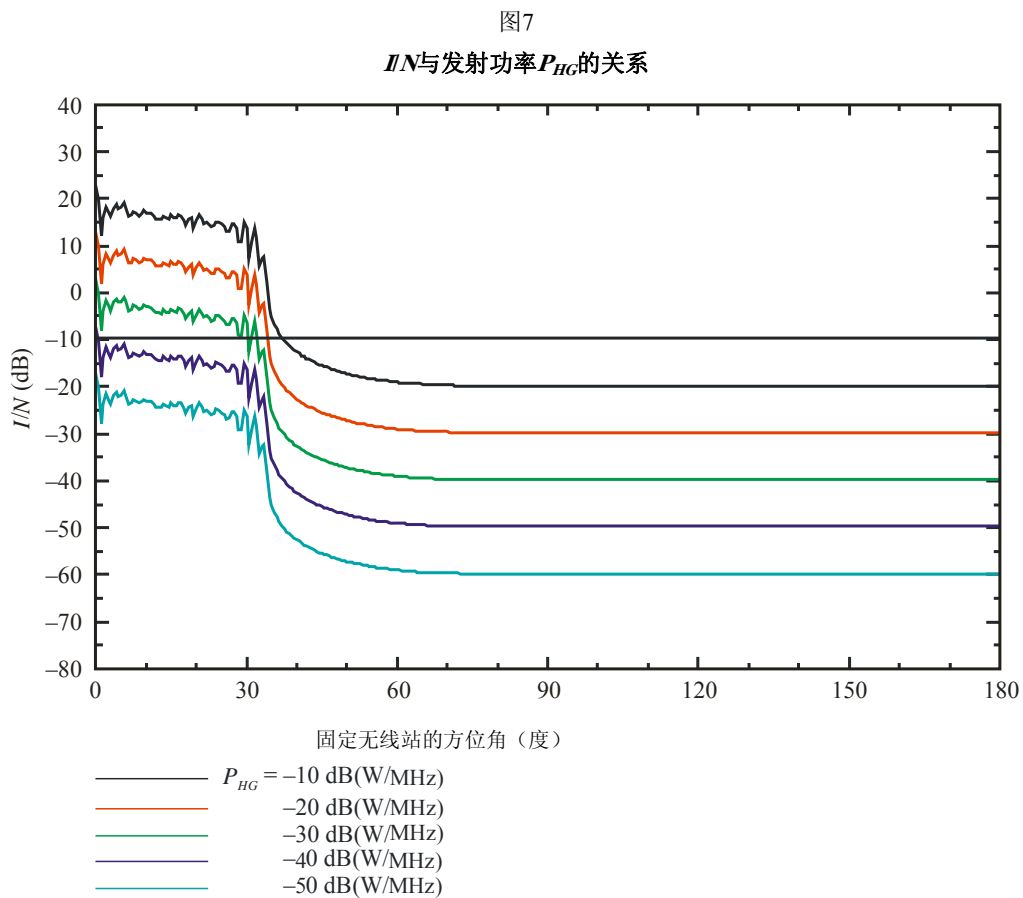
固定无线系统和HAPS系统的系统参数

参数		数值
频率		6 GHz
固定无线系统	天线辐射图	ITU-R F.1245建议书
	天线最大增益	45 dBi
	噪声系数	4 dB
	馈线损耗	5.5 dB
HAPS系统	业务覆盖区的直径	110 km
	飞艇高度	20 km
	地面站的天线辐射图	ITU-R F.1245建议书
	地面站天线的最大增益	45 dBi
	地面站的数目	367 (均匀分布)
	地面站之间的距离	5.5 km

假设 $T = 293\text{ K}$ ， $B = 1\text{ MHz}$ 和 $NF = 6\text{ dB}$ ，则噪声功率为 $-137.93\text{ (dB(W/MHz))}$ 。若以 $I/N = 10\%$ 作为标准，则可以容许的干扰功率 I_{G-T} 必须小于 $-147.93\text{ (dB(W/MHz))}$ 。

因为 I_{G-T} 决定于HAPS地面站的发射功率、信号路径之间的夹角和固定无线站与HAPS天底点之间的距离，借助于这些参数，用公式（8）能够计算出 I/N 。

图9表明了当距离 r 为 100 km 时，在每一方位角 δ 上， I/N 的值与发射功率 P_{HG} 的关系。从这一图可以证明干扰功率必然受每一HAPS地面站的发射功率所影响，并且当 P_{HG} 为 -50 (dB(W/MHz)) 时，在所有方位角上， I/N 都不超过 -10 dB 。

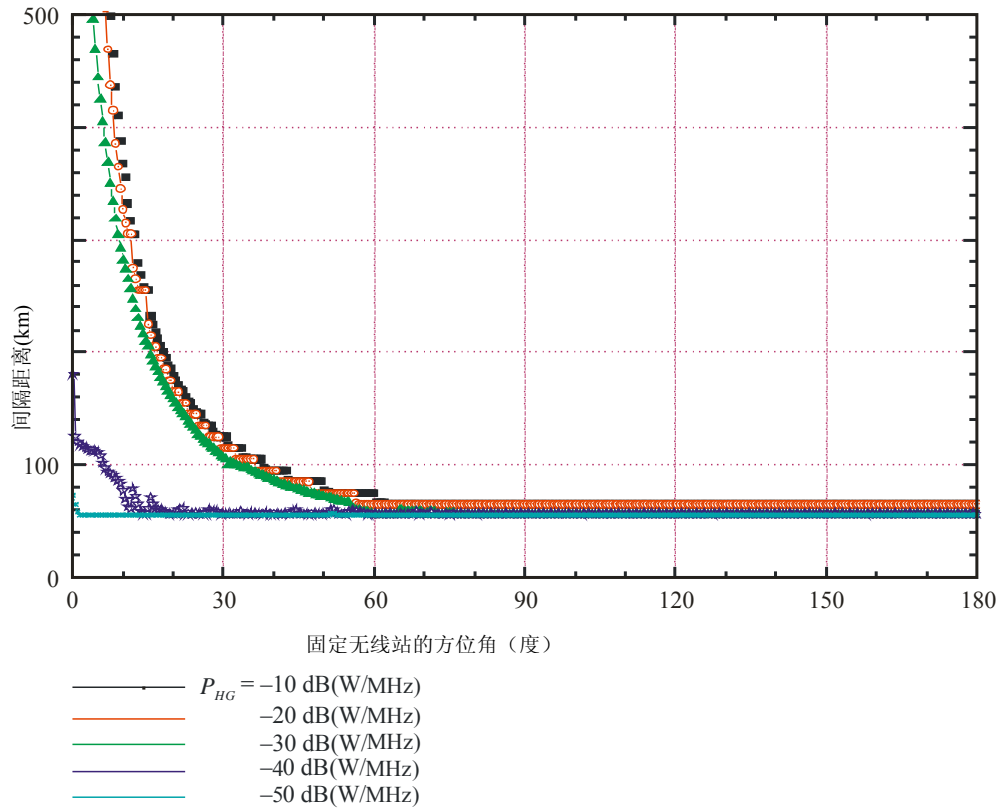


F.1764-07

图8和图9表示了固定无线站和HAPS天底点之间的间隔距离。在方位角 $\delta = 0^\circ$ 时，要求的间隔距离最大。而且，当HAPS的覆盖半径为 55 km 和每一HAPS地面站的发射功率 P_{HG} 为 -50 (dB(W/MHz)) 时，在固定无线站和HAPS地面站之间频率共用时所需要的间隔距离在从 56 km 到 73 km 的范围以内。

图8

固定无线站和HAPS飞艇星下点之间的间隔距离与HAPS地面站的发射功率的关系

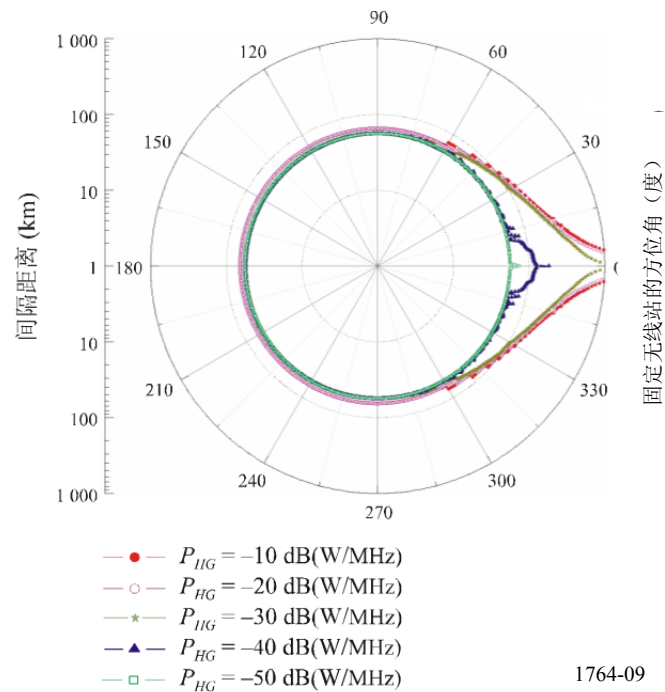


F.1764-08

图9

固定无线站和HAPS飞艇的天底点之间的间隔距离

(极坐标图)



1764-09

4 总结

本附件说明了估计HAPS系统用户链路对固定无线系统的干扰的方法和6 GHz频带上干扰计算的例子。假设该频率仅是为了说明一个干扰计算的例子。

以HAPS飞艇在地球表面上的pfd电平为变量，计算HAPS飞艇对固定无线站的干扰。该模式使用比例为10%的端到端性能部分降级，编译超过50跳。但是，由于每一跳均需要单独保护，因此保护标准应基于每个受害接收机的 I/N 保护。此外，由于HAPS业务将在已经拥挤的频段上叠加，因此必须采用适当的标准。

而HAPS地球站对固定无线站的干扰将用 I/N 计算，并且计算了频率共用所需要的间隔距离与方位角的关系。
