

国 际 电 信 联 盟

ITU-R
国际电联无线电通信部门

ITU-R F.1570-2 建议书
(04/2010)

**使用高空平台电台的固定业务上行
链路传输对31.3-31.8 GHz频段
卫星地球探测业务(无源)的影响**

**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
2010年，日内瓦

© ITU 2010

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.1570-2建议书*

使用高空平台电台的固定业务上行链路
传输对31.3-31.8 GHz频段卫星地球
探测业务（无源）的影响

（2002-2003-2010年）

范围

本建议书提供了有关高空平台电台（HAPS）上行链路对31.3-31.8 GHz 频段卫星地球探测业务（EESS）（无源）的干扰评估方法指南。利用ITU-R F.1569建议书中给出的31-31.3 GHz频段HAPS系统的典型参数，附件1提供了有关在HAPS地面站天线输入端发射机无用发射电平限值的考虑因素。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 目前正在开发利用位于平流层的高空平台电台（HAPS）的新技术；
- b) 31.3-31.8 GHz频段被分配给射电天文业务、卫星地球探测业务（EESS）（无源）和空间研究业务（无源），有必要适当地保护这些业务免于受到运用于31-31.3 GHz频段的HAPS地面站无用发射的影响，同时顾及相关ITU-R建议书中给出的干扰标准，

认识到

- a) 在某些国家，在非干扰、非保护的基础上，27.9-28.2 GHz 和 31-31.3 GHz 频段也可用于固定业务中的HAPS，

建议

- 1 应将附件1第1段中有关EESS（无源）的参数用于评估HAPS上行链路（地对空方向）对31.3-31.8 GHz频段EESS（无源）的干扰；
- 2 应将ITU-R F.1569建议书中有关HAPS系统的典型参数用于评估HAPS系统对31 GHz频段EESS（无源）的影响；
- 3 应使用附件1第2段作为HAPS上行链路对31.3-31.8 GHz频段EESS（无源）的干扰评估方法。

* 应请无线电通信第7研究组注意本建议书。

附件 1

使用高空平台电台的固定业务上行链路传输对31.3-31.8 GHz频段
卫星地球探测业务（无源）的影响

1 EESS（无源）和HAPS系统的参数

表1显示了在本研究中所使用的干扰评估参数。有关EESS（无源）的参数针对悲观的情况，即将来可在最坏情况下操作的参数。有关HAPS系统的参数以ITU-R F.1569建议书为基础，其中假定典型的HAPS操作情况，同时顾及了与其它业务的共用。

表 1

本研究中所使用的EESS（无源）和HAPS系统的参数

EESS（无源）	
卫星地球探测EES的高度（无源）	300 km
传感器天线增益	50 dBi
传感器天线方向图	ITU-R S.672建议书
传感器保护要求（源自ITU-R RS.1029建议书）	-183 dB(W/MHz)
传感器天线仰角	0°
HAPS系统	
HAPS飞行器的高度	20 km ⁽¹⁾
HAPS地面站天线增益	35 dBi
HAPS系统的可用性	99.4% ⁽²⁾
HAPS地面站最小高度角	20° ⁽³⁾
同步发射HAPS地球站的数量	1 468 ⁽⁴⁾
估算的HAPS数量	1 ⁽⁵⁾
HAPS地面站天线方向图	ITU-R F.1245建议书
系统可用性降雨率	适中 ⁽⁶⁾
BER= 1×10^{-6} 时所需的 E_b/N_0	5.5 dB ⁽⁷⁾
HAPS系统余量 ⁽⁸⁾	3 dB

与表1有关的注释:

- (1) 尽管《无线电规则》将HAPS的高度上限定为50公里,但从当今技术来看,将HAPS系统布置在25公里以下的高度则更为现实(见ITU-R F.1569建议书第3段)。虽然在本研究中,在设计HAPS上行链路的链路预算时使用了20公里的HAPS高度,但这一链路预算也可适用于25公里的HAPS高度,同时不会增加HAPS地面站的输出功率(见ITU-R F.1569建议书第3段)。
- (2) 通过使用ATPC技术,可增强可用性,同时不会增加对EESS(无源)的干扰。如ITU-R F.1569建议书第8段所示,在12.20 dB的范围内使用ATPC,可实现99.8%的可用性。
- (3) 本研究使用20°的最小操作高度角作为典型值。确定HAPS系统的最小操作高度角需要开展进一步的研究,同时顾及与其它共同主要业务的共用以及引进某些干扰减缓技术(例如,ATPC)等(见ITU-R F.1569建议书第4和7段)。
- (4) 假定可用的频段为300 MHz,频率复用因子为4,信号带宽为20 MHz,点波束的数量为367,则在一个HAPS所覆盖的区域内,HAPS地面站的数量最多限于1468个(见ITU-R F.1569建议书第10段)。
- (5) 主要干扰来自无源传感器主波束附近有限区域内的HAPS地面站。因此,对于由一个HAPS覆盖的HAPS地面站和一个由许多HAPS飞行器组成的模式而言,其干扰评估得出的结果几乎相同。
- (6) 在本研究中,设计链路预算时使用东京的降雨率(在ITU-R P.837建议书中,降雨气候区为M)作为中度降雨区的示例。在强降雨率的条件下(例如,在ITU-R P.837建议书中,降雨气候区为P),将需要引进ATPC(见ITU-R F.1569建议书第8段)。
- (7) 在目前的通信系统中,编码技术必不可少。因此,对于 $BER = 1 \times 10^{-6}$ 使用约5 dB的 E_b/N_0 是合理的。
- (8) 需要开展进一步的工作,以确定对EESS的干扰在固定业务中的HAPS与其它固定业务系统之间的分配情况。

点波束所照亮的足迹被称为HAPS网络中的一个蜂窝。本研究中采用频率复用因子为4,即,可用于HAPS上行链路的300 MHz频段(31-31.3 GHz)被四等分,而分割后的75 MHz的子频段被重复地用于四个蜂窝一组的上行传输。本研究假定主动传输功率控制(ATPC)被引入HAPS地面站,其可变步长为6 dB。本研究中所使用的HAPS电台的无用发射电平为-105 dB(W/MHz)。

2 干扰评估程序

本研究中所使用的影响评估几何模型见图1(全视图)和图2(俯视图)。由于可用频率带宽的限制,允许同步发射信号的HAPS地面站的数量受到限制。如第1段所述,一个点波束(=蜂窝)中的可用频段带宽为75 MHz。由于假定每个载波的信号带宽为20 MHz,则一个蜂窝内允许同步发射信号的HAPS地面站的数量为3.75。考虑到对于可用频段的限制,对位于每个点波束中心的四个HAPS地面站的影响进行了计算。在本案例中,对来自 $4 \times 367 = 1468$ 个HAPS地面站的集总干扰进行了累加。每个蜂窝中心有四个HAPS地面站(5.5公里的间距)。假设所有HAPS地面站的天线均指向高度为20公里的HAPS飞行器,并按

照 ITU-R F.1245 建议书计算 HAPS 地面站的天线方向图。假定无源传感器指向最低点方向，并按照 ITU-R S.672 建议书计算无源传感器的天线方向图。如图 2 所示，为考虑最坏情况下的干扰，HAPS 飞行器和无源传感器恰好在位于 HAPS 最低点蜂窝中心的 HAPS 地面站的上空。在影响评估中，使用了晴空条件下 -105 dB(W/MHz)的无用发射电平。尽管与晴空条件相比，降雨条件下的无用发射电平增加到 6 dB，但所增加的无用发射功率在降雨路径中被部分衰减。HAPS 地面站和无源传感器之间的传播损耗按自由空间传播计算。

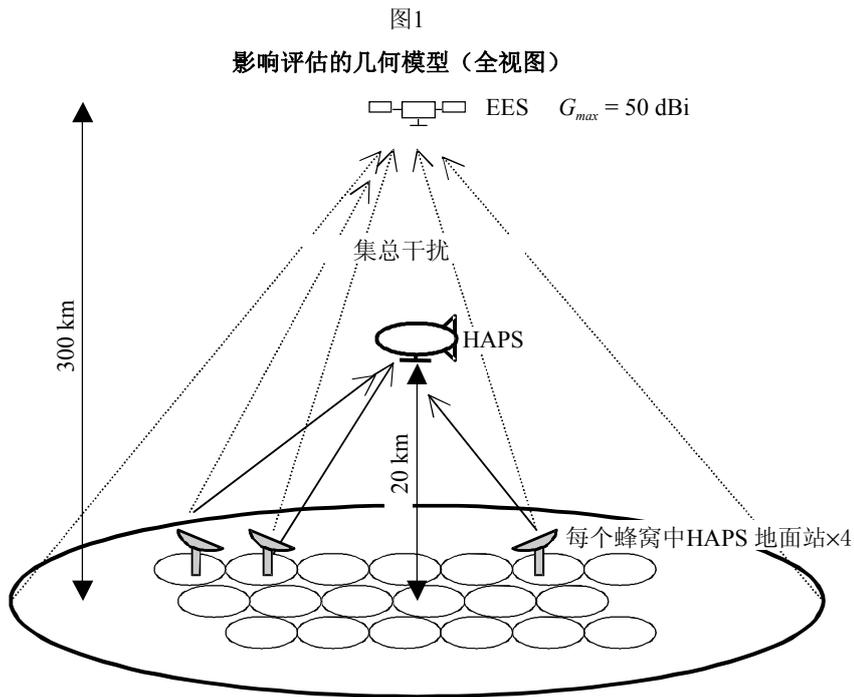
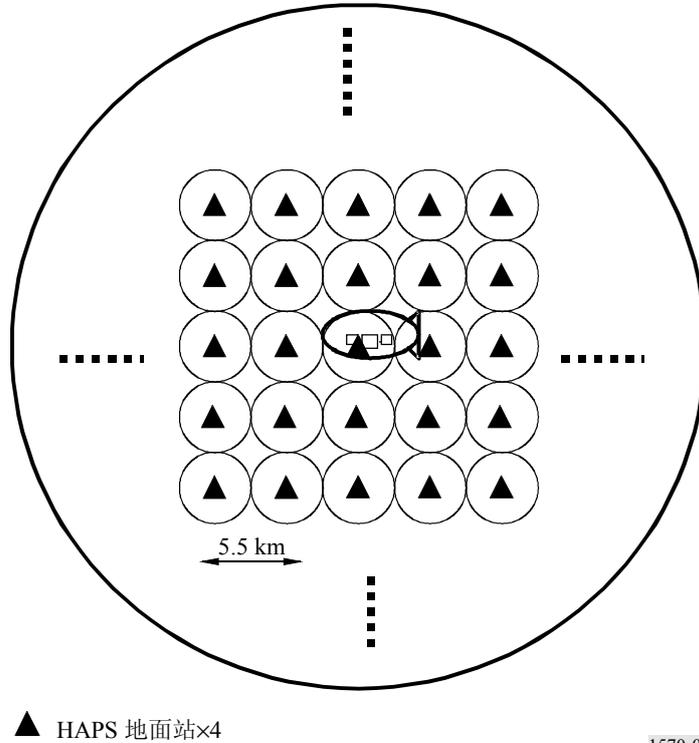


图 2
影响评估的几何模型（俯视图）



按照 (1) 计算集总干扰 I 。

$$I = 10 \log \left(4 \sum_{i=1}^{367} \left(P \cdot G_{t_i} \cdot (4\pi d_i / \lambda)^2 \cdot G_{r_i} \right) \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

其中：

- P : 无用辐射电平: $1 \times 10^{-10.5}$ W/MHz (= -105 dB(W/MHz))
- G_{t_i} : 按ITU-R F.1245 建议书计算, EESS卫星第*i*-个HAPS地面站的传输天线增益 (dBi) (最大增益= $10^{3.5}$ (= 35 dBi))
- d_i : 第*i*-th个HAPS地面站和无源传感器之间的距离 (m)
- λ : 载波信号的波长 (m): 在本研究中, 频率为31.28 GHz
- G_{r_i} : 按ITU-R S.672建议书计算, 第*i*-个HAPS地面站无源传感器的接收天线增益 (dBi) (最大增益= 10^5 (= 50 dBi))

ITU-R RS.1029 建议书定义了 EESS (无源) 的保护标准, 其中规定-183 dB(W/MHz)的门限电平不应被超出 0.01% 以上的时间。

3 研究结果

在上述条件下， 4×367 个 HAPS 地面站对无源传感器的集总干扰为 -185.9 dB(W/MHz)，比 31-31.3 GHz 频段 EESS（无源）的保护标准低 2.9 dB。可以忽略来自另一个 HAPS 覆盖区域 HAPS 地面站的集总干扰（较 -185.9 dB(W/MHz)少 30 dB）。因此，200HAPS 飞行器所覆盖的 HAPS 地面站产生的集总干扰并未超过 EESS（无源）的保护标准。

20.2 MHz 中频滤波器带宽（ -3 dB）所需的保护频段为 10 MHz。这一保护频段取决于中频带通滤波器的信号带宽和衰减特性。
