ITU-R F.1609-1 建议书

在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中来自使用高空平台站（HAPS）的固定业务（FS）的对传统的固定业务系统的干扰估计

（ITU-R 212/9 号研究课题）

（2003-2006 年）

范围

本建议书描述了估计在频带 28 GHz（27.5-28.35 GHz）和 31 GHz（31-31.3 GHz）中从使用高空平台站（HAPS）的固定业务（FS）来的对传统的固定业务系统的干扰的方法。在附件 1 到 3 中，还提供了用这些方法计算对点对点和点对多点两种固定无线接入（FWA）站的干扰的例子。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

a） 正在开发利用同温层中的高空平台站（HAPS）的新技术；

b） 因为在《无线电规则》（RR）的第 5.537A 和 5.543A 款中所列出的那些国家中，在下面认识到 a）中所提到的 47 GHz 频带对降雨衰减比较敏感，ITU-R 为了有可能确定附加的频谱，已经对频率范围 18-32 GHz 进行了研究；

c） 频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 按主要用途分配给固定业务，

认识到

a） WRC-97 为 HAPS 在频带 47.2-47.5 GHz 和 47.9-48.2 GHz 中，在固定业务（FS）范围内工作准备了条件；

b） RR 第 5.537A 款规定，在所列出的国家中，HAPS 也可以使用分配给固定业务用的频带 27.5-28.35 GHz，并且 HAPS 的使用限制为在 HAPS 到地面的方向上的运用，HAPS 不得对传统型的固定业务或其它共同主要用途的业务产生有害的干扰，也不得要求对从这些系统来的干扰提供保护；

c） RR 第 5.543A 款规定，在所列出的国家中，HAPS 也可以将分配给固定业务用的频带 31-31.3 GHz 用在地面到 HAPS 的方向上，并且考虑到 RR 第 5.545 款的规定，HAPS 使用这一频带不得对传统型的 FS 系统或其它共同主要用途的业务产生有害的干扰，也不得要求对这些系统来的干扰提供保护；

d） 考虑到在 ITU-R SA.1029 和 ITU-R RA.769 建议书中规定的干扰标准，RR 第 5.543A 款还规定，HAPS 在 31-31.3 GHz 频带中使用不得对在频带 31.3-31.8 GHz 频带中的按主要用途分配的无源业务产生有害的干扰；

e） 为了确定 HAPS 在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中工作的规范，第 145 号决议（WRC-03）紧急要求对技术上的、频率共用和法规方面的问题进行研究，

建议

1 可以使用附件 1 和 2 中所提出的方法来估计从基于 HAPS 的系统来的对传统的 FS 系统（点对多点（P-MP）和点对点（P-P））的干扰（见注 1 和注 2）；

2 可以使用附件 3 中所提出的方法来估计在 27.5-28.35 GHz 频带中，从 HAPS 来的对传统的固定业务系统的干扰；

3 可以使用附近 1、2 和 3 中提出的方法来制订主管部门之间的双边协议。

注 1 — 关于基于 HAPS 的系统的典型参数，应该参考 ITU-R F.1569 建议书。

注 2 — 在附件 1 和附件 2 中，对最严重的干扰场景，讨论了估计从基于 HAPS 系统来的对固定无线接入（FWA）系统的干扰问题。采用在 ITU-R F.1608 建议书中所描述的干扰减轻技术可能缩短所要求的间隔距离。

注 3 — 在附件 1 和 2 中，传输输出这类数字参数是固定的。对于其它参数，根据那里所描述的结果进行计算将不是那么困难的。而且， ITU-R F.758 建议书列出了某些系统参数，从干扰问题的观点来看，其中某些参数包含了最坏的情况。

附 件 1

在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中估计来自使用 HAPS 的 FS 系统对 FWA 系统（P-MP）的干扰的方法

1 引言

本附件提供了在研究工作于 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 频带中的使用 HAPS 的 FS 系统和以 P-MP 方式工作的 FWA 系统之间的频率共用问题时所要使用的干扰估计方法、技术参数和操作技术。P-MP 系统通常由一个基站和几个用户站组成。

在 FWA 系统中，在 FWA 的基站和 FWA 的用户站之间使用这两个频带还没有什么规则。所以，必须考虑所有的干扰状态。

2 计算基于 HAPS 的系统对 FWA 系统（P-MP）的干扰的方法

2.1 HAPS 飞艇对 FWA 站的干扰

从 HAPS 飞艇的点射束到 FWA 站的干扰功率 I (dB(W/MHz))用公式（1）求得。

$$I = P_{Tx_H_mB_n} + G_{Tx_H_mB_n}(\theta_{H_mB_n_F}) - L_s - L_{AtmHm_F} + G_{Rx_FWA}(\theta_{F_H_m}) - L_{fRx_FWA} \quad (1)$$

其中：

$P_{Tx_H_mB_n}$： HAPS（H_m）的点射束（B_n）的发射功率密度(dB(W/MHz))

$G_{Tx_H_mB_n}(\theta_{H_mB_n_F})$： HAPS 飞艇的点射束朝 FWA 站方向上的天线增益（dBi）

L_S： 在 HAPS 飞艇和 FWA 站之间的自由空间通过损耗（dB），用下式表示：

$$L_S = 20\log\left(\frac{4\pi d \times 1000}{\lambda}\right)$$

d： HAPS 飞艇和 FWA 站之间的距离（km）

λ： 波长（m）

L_{AtmHm_F}： 在 HAPS 飞艇和 FWA 站之间的大气吸收损耗（dB）（详情请参阅对附件 1 和附件 2 的附录 1。这一附录是以 ITU-R F.1404 建议书为基础的。在该建议书中，吸收是用 A（h, θ）来表示的）

$G_{Rx_FWA}(\theta_{F_H_m})$： FWA 站朝 HAPS 飞艇方向上的接收天线增益（dBi）

L_{fRx_FWA}： 在接收侧，FWA 站的馈线损耗（dB）

干扰功率和接收机热噪声之比 I/N 由下面的公式（2）求出：

$$I/N = I - 10\log(293 \times k \times 10^{NF/10} \times 10^6) \quad \text{dB} \quad (2)$$

其中：

k： 波尔兹曼常数=1.38×10^{-23} (J/K)

NF： FWA 站的噪声系数（dB）

2.2 HAPS 地面站对 FWA 站的干扰

HAPS 地面站对 FWA 站的干扰功率 I(dB(W/MHz))用公式（3）求得。

$$I = P_{Tx_GS} - L_{fTx_GS} + G_{Tx_GS}(\theta_{H_F}) - L_S - L_{Atm} - L_{Obs} + G_{Rx_FWA}(\theta_{F_H}) - L_{fRx_FWA} \quad (3)$$

其中：

P_{Tx_GS}： 来自 HAPS 地面站来的发射功率密度(dB(W/MHz))

L_{fTx_GS}： HAPS 地面站的馈线损耗（dB）

$G_{Tx_GS}(\theta_{H_F})$： HAPS 地面站朝 FWA 站方向的天线增益（dBi）

L_S： 在 HAPS 地面站和 FWA 站之间的自由空间损耗（dB）

L_{Atm}： 在 HAPS 地面站和 FWA 站之间的大气吸收损耗（dB），它是用 ITU-R P.676 建议书来进行计算的。

L_{Obs}： 在 HAPS 地面站和 FWA 站之间的屏蔽损耗（dB）（在计算所要求的间隔距离时，它没有包含在内）

$G_{Rx_FWA}(\theta_{F_H})$： FWA 站朝 HAPS 站方向上的接收天线增益（dBi）

L_{fRx_FWA}： FWA 站中的馈线损耗（dB）。

用公式（2）求出 *I*/*N* 比。

3 干扰计算的假设条件

3.1 HAPS 系统

HAPS 系统的参数在 ITU-R F.1569 建议书中做了描述。

3.2 以 P-MP 方式进行工作的 FWA 系统

附录 2 的第 1 节描述了用来完成干扰估计所假设的以 P-MP 方式工作的 FWA 系统的参数，它包括基站和用户站的参数。

关于 FWA 基站，从天线射束方向性图和频率重用方案的观点，考虑了如下三种情况。这里，假设地理上每隔 2 km 安装各个基站。

情况 a）：所假设的天线射束方向性图是基于 ITU-R F.1336 建议书，而且频率重用似乎是比较现实的（四个基站使用分段的 4×4 频带和它的天线射束是 90° 的扇形：四个站一组重复安装）。

情况 b）：所假设的天线射束方向性图是基于 ITU-R F.1336 建议书，而且所有的基站都使用相同的为基站所指配的频率（所以，假设在方位方向上是全向方向图）。

情况 c）：所假设的天线射束方向性图是相当现实的方向性图，许多业务提供商将会采用这一方向性图（在该建议书中没有列出），而且频率重用方案与情况 a）中相同。

4 以 P-MP 方式工作的 FWA 系统情况下的计算结果的例子

本节表示了计算出的 *I*/*N* 特性和所要求的间隔距离的例子。关于以 P-MP 方式工作的 FWA 系统的系统参数，对基站考虑了三种情况，即情况 a）、b）和 c）。还假定，三种基站使用同一类型的 FWA 用户站。

4.1 从 HAPS 飞艇到 FWA 系统的干扰

在研究从 HAPS 飞艇到 FWA 基站的干扰过程中，假设在 500 km×1 000 km 的面积内，部署了 11×21 个 HAPS 飞艇。估计 *I*/*N* 特性是在 FWA 站和位于 1 000 km 边缘线的中间的 HAPS 飞艇的天底点之间的距离的函数。

在整个计算过程中，假设 FWA 基站的主射束总是指向水平方向。另一方面，为了分析最坏的情况，这里假设，FWA 用户站直接对准 HAPS 飞艇，俯仰角最大 60° 。

4.1.1 HAPS 飞艇对 FWA 基站的干扰

图 1 和图 2 分别表示了 FWA 基站情况 a）和情况 b）受到来自 11×21 个多个 HAPS 飞艇来的干扰（参考图 3）时的 *I*/*N* 特性。图 1 中的标记“正面”的含意是在方位方向上，基站面对面指向多个 HAPS 飞艇的中心。

“侧面”和“背面”分别表示基站在它的背面和侧面看到飞艇的状态。所表示的 *I*/*N* 表明了使用频率重用方案时，在所有 HAPS 飞艇的点射束之中最差的值。

从两个图可以看出，*I*/*N* 的最大值约为−15 dB。所以，在这里设定的条件下，可以说，多个 HAPS 飞艇可能不会对 FWA 基站产生严重的干扰。应该要注意，在图 2 中，正面是与侧面和背面相等的，因为假设在方位方向上，天线方向性图是全向的特性。

当 FWA 基站使用情况 c）中那样的相当现实的射束方向图时，*I*/*N* 略有减小，如图 4 所示。在情况 c）中，*I*/*N* 的最大值约为−20 dB。

图 1

当 FWA 基站情况 a）受到来自 11×21 的多个 HAPS 飞艇的干扰时的 *I*/*N* 特性

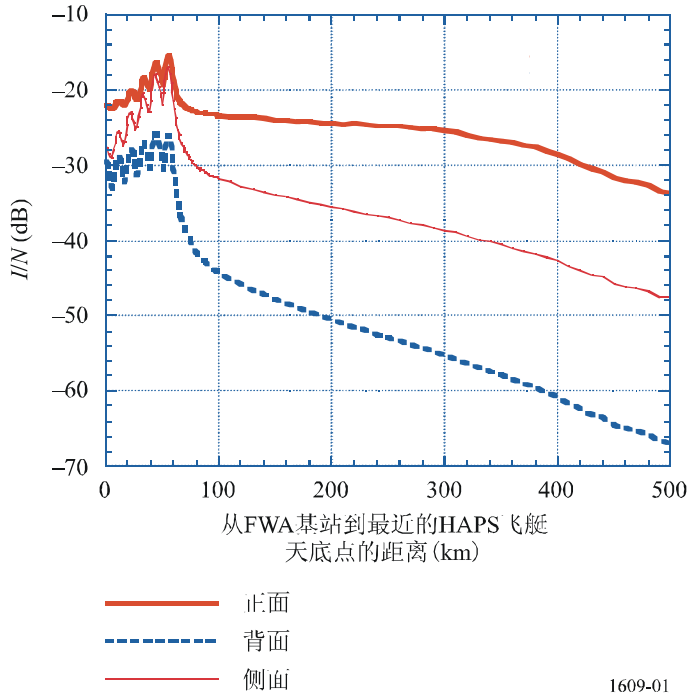


图 2

当 FWA 情况 b）受到来自 11×21 的多个 HAPS 飞艇的干扰时的 *I/N* 特性

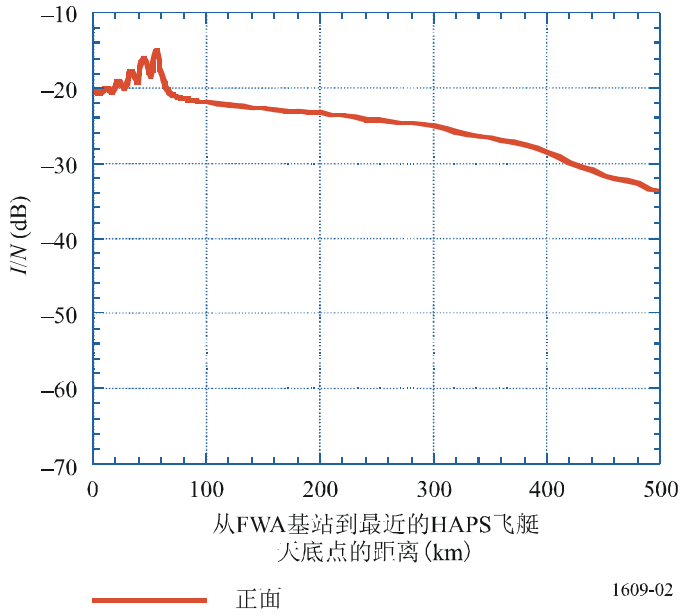


图 3

在 500×1 000 km 区域内的 HAPS 飞艇

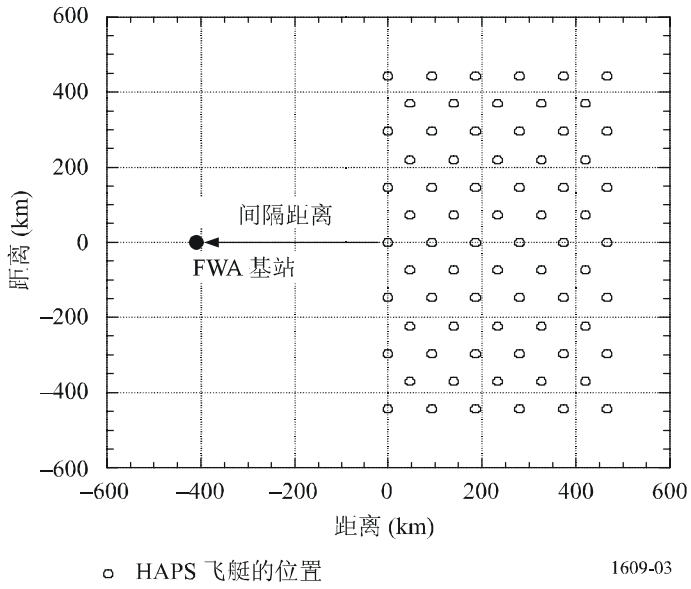
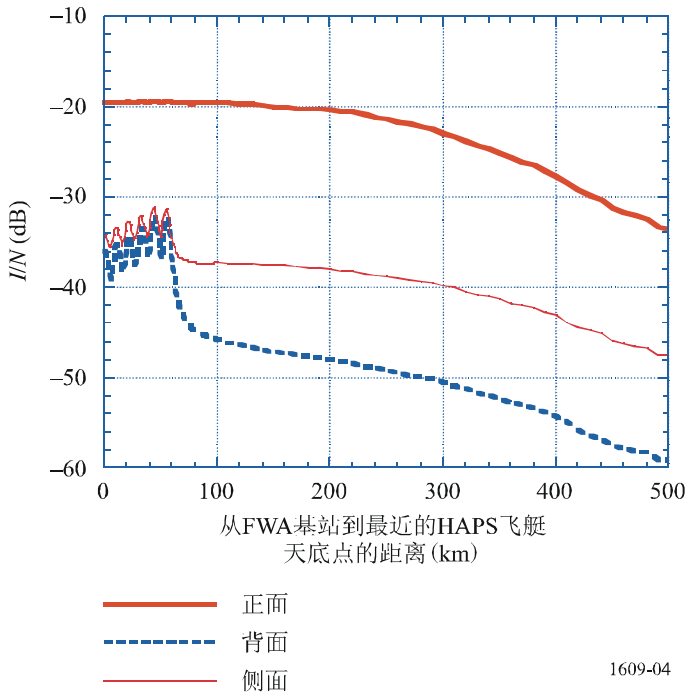


图 4

当 FWA 基站情况 c）受到 11×21 的多个 HAPS 飞艇干扰时的 *I*/*N* 特性

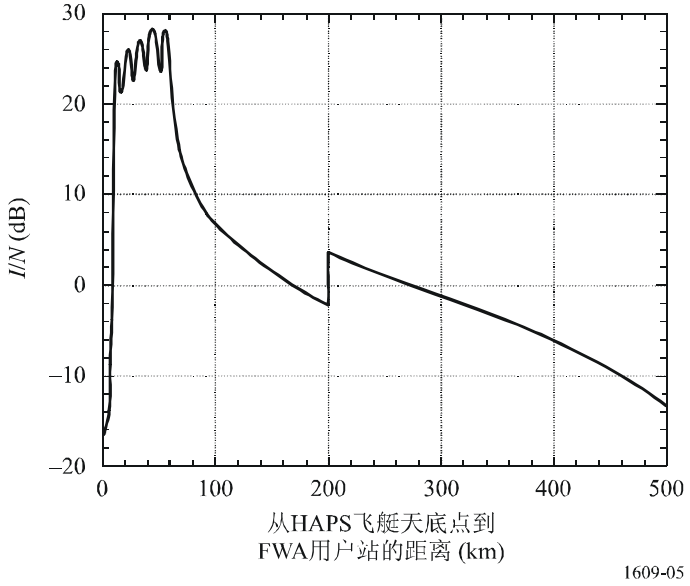


4.1.2 HAPS 飞艇对 FWA 用户站的干扰

关于 FWA 用户站受到来自单个 HAPS 飞艇的干扰时的 *I*/*N* 特性，如图 5 所示，最坏的 *I*/*N* 变为约 30 dB 的比较大的值。这是由于 FWA 用户站的天线增益比基站大和由于假设 FWA 用户站天线直接指向 HAPS 飞艇，最大俯仰角上限为 60°。所以，当使用同一频率时，HAPS 飞艇将对用户站产生大的干扰。要注意的是在图 5 中，200 km 的距离相当于使用直径 30 cm 的天线转变到使用 60 cm 直径的天线的转折点（参考表 2 的注 1）。

图 5

FWA 用户站受到单个 HAPS 飞艇干扰时的 *I/N* 特性



4.2 HAPS 地面站对 FWA 系统的干扰

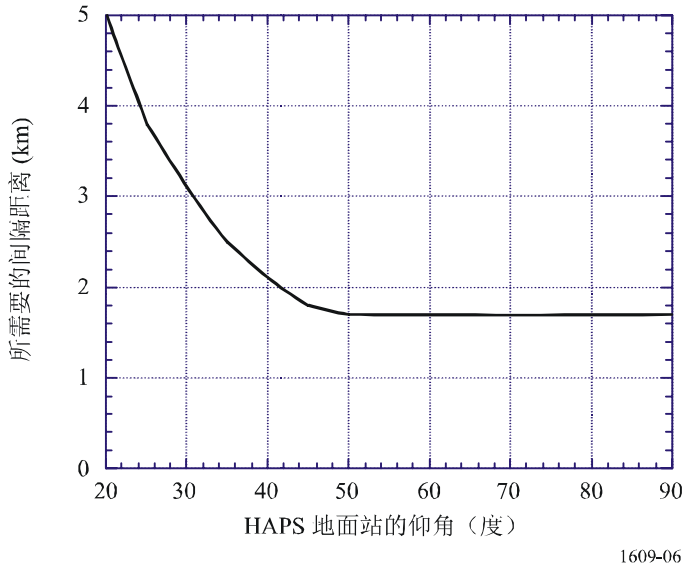
关于 HAPS 地面站对 FWA 站的干扰，仅对视距条件下的干扰做了分析。而且，假设 HAPS 地面站的高度与 FWA 站（基站和用户站）的高度是相同的，并且在 a)、b）和 c）三种情况下，FWA 基站的天线朝 HAPS 地面站方向上的增益是相同的。计算仅对单输入的情况进行的，即在两种站在方位平面中面对面指向的情况下计算的，其中 HAPS 地面站的仰角大于 20°，而 FWA 站指向水平方向。在这一分析中，假设的 *I/N* 是−15 dB。

4.2.1 HAPS 地面站对 FWA 基站的干扰

图 6 表示了当 HAPS 地面站对 FWA 基站产生干扰时所必需的间隔距离。使用假设的 *I/N* −15 dB 和假设的最小仰角 20° 的条件，间隔距离约为 5 km。考虑到 FWA 基站每间隔 2-3 km，以频率重用方式重复安装，除非引进干扰减轻技术，否则 FWA 基站和 HAPS 地面站的共存将是相当困难的。

图 6

当 HAPS 地面站对 FWA 基站产生干扰时所需要的间隔距离与 HAPS 地面站的仰角的关系

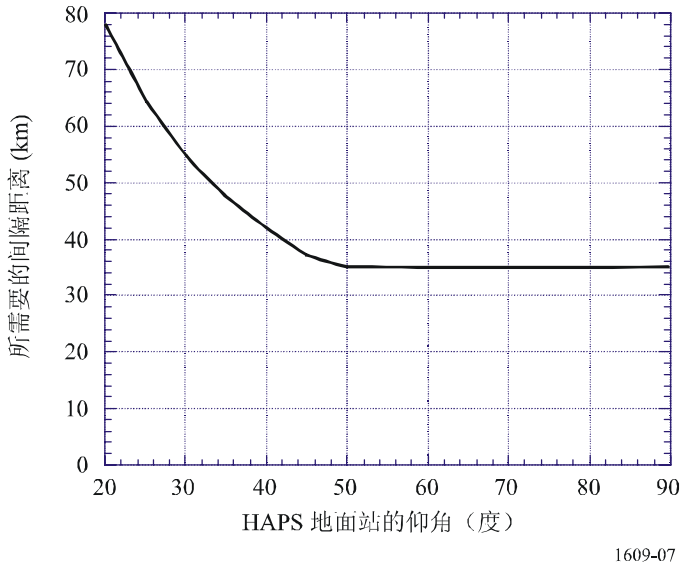


4.2.2 HAPS 地面站对 FWA 用户站的干扰

图 7 表示当 HAPS 地面站对 FWA 用户站产生干扰时，使用假设的 I/N −15 dB 的条件时所需要的间隔距离。使用假设的 I/N −15 dB 和仰角 20° 的条件下，间隔距离约为 80 km。若没有干扰减轻技术，FWA 用户站与 HAPS 地面站共存是不可能的。

图 7

当 HAPS 地面站对 FWA 用户站产生干扰时所需要的间隔距离和 HAPS 地面站仰角的关系



5 综述

本附件阐述了用 *I*/*N* 来估计 HAPS 发射机对 FWA 接收机（P-MP）的干扰的一个方法，并对某些假设的部署 FWA 站和 HAPS 站的状态估计了所需要的间隔距离。

附 件 2

估计在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中的使用 HAPS 的 FS 系统对 FWA 系统（P-P）的干扰的方法

1 引言

本附件提供了估计在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中的使用 HAPS 的 FS 系统和以 P-P 方式工作的 FWA 系统之间的干扰的一个方法，以及在频率共用研究中要使用的技术参数和操作技术。P-P 系统有一对面对面的两个无线电站组成（在本附件中，为了简化，这一无线电站称为 FWA 站）。

2 计算基于 HAPS 的系统对 FWA 系统（P-P）的干扰的方法

因为计算 HAPS 系统和以 P-P 方式工作的 FWA 系统之间的干扰的方法是与附件 1§2 中所描述的方法是相同的，所以，这里省略了计算的公式。

3 干扰估计的假设条件

3.1 HAPS 系统

ITU-R F.1569 建议书描述了 HAPS 系统的参数。

3.2 以 P-P 方式工作的 FWA 系统

附录 2 的第 2 节描述了为完成干扰估计所假设的以 P-P 方式工作的 FWA 系统的参数。

4 在以 P-P 方式工作的 FWA 系统的情况下的计算结果的例子

4.1 HAPS 飞艇对 FWA 系统的干扰

在研究 HAPS 飞艇对 FWA 站的干扰的过程中，估计 *I*/*N* 特性为 FWA 站和 HAPS 飞艇天底点之间的距离的函数。在整个计算过程中，为了分析最坏的情况，假设 FWA 站直接指向 HAPS 飞艇，仰角在 60° 以下。

关于 FWA 站受到来自单个 HAPS 飞艇的干扰时的 *I*/*N* 特性，如图 8 所示，最坏的 *I*/*N* 变为约 30 dB 的一个相当大的数值。这是由于 FWA 站的天线增益比较大和由于假设 FWA 站直接指向 HAPS 飞艇，仰角的最大值限制为 60° 所造成的。所以，当使用同一频率时，HAPS 飞艇将对 FWA 站产生相当大的干扰。要注意的是在图 8 中，距离 200 km 相当于从使用直径 30 cm 的天线转变到直径 90 cm 天线的转折点（参考表 3 的注 1）。

4.2 HAPS 地面站对 FWA 站的干扰

关于这里所处理的 HAPS 地面站和 FWA 站之间的干扰问题，仅对视距条件下的干扰做了分析。而且，假设 HAPS 地面站的高度和 FWA 站的高度是相同的。计算是仅对单个输入情况下完成的，即在两个站在方位面上面对面朝向，HAPS 地面站仰角大于 20°，而 FWA 站指向水平方向。在这一分析中，为了频率共用，所假设的 *I*/*N* 值为−15 dB。

图 8

当 FWA 站受到单个 HAPS 飞艇干扰时的 *I*/*N* 特性

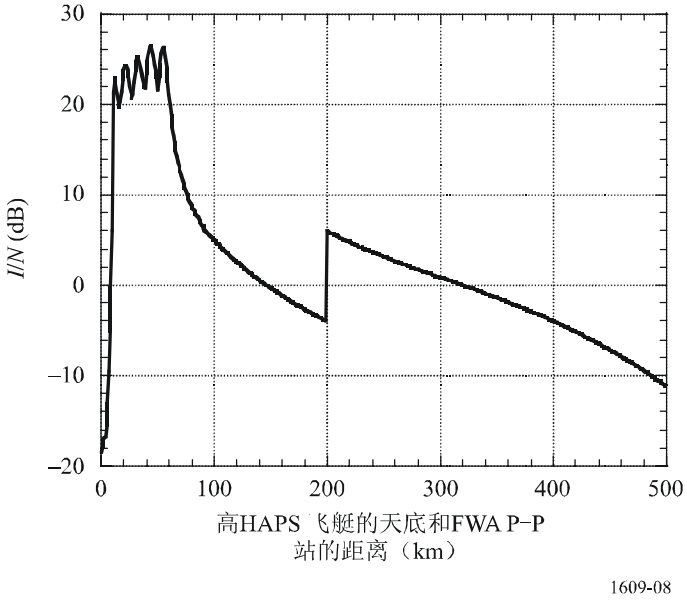
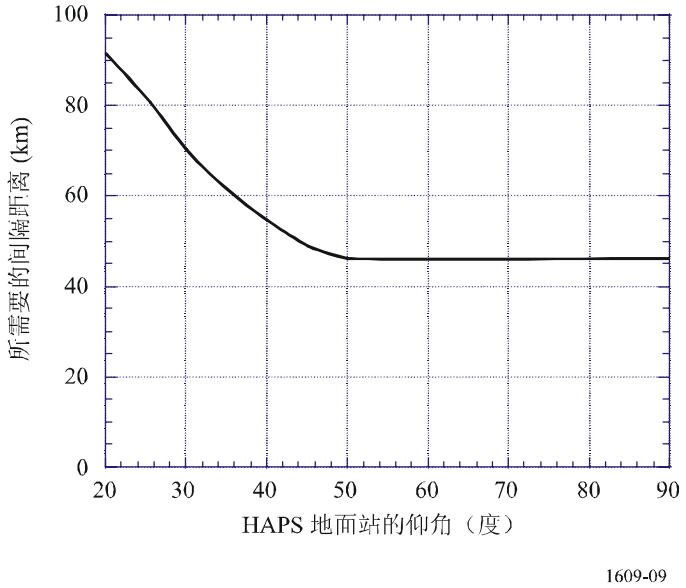


图 9 表示当 HAPS 地面站对 FWA 站产生干扰时所需要的间隔距离。使用 *I*/*N* 值−15 dB 和最大仰角 20° 的条件下，间隔距离约为 92 km。若没有干扰减轻技术，FWA 站（P-P）和 HAPS 地面站的共存是不可能的。

图 9

当 HAPS 地面站对 FWA 站产生干扰时所需要的间隔距离与 HAPS 地面站的仰角的关系



5 综述

本附件说明了一个用 *I*/*N* 来估计从 HAPS 发信机进入 FWA 接收机（P-P）的干扰的方法，并对某些假设的 FWA 站和 HAPS 站的部署状态估计了所需要的间隔距离。

使用某些适当的手段，如动态频率指配和/或细致地进行协调等方法（这些将是国内处理的问题），在共址的基础上可能可以实现 HAPS 地面站和地表面上的 FWA 系统之间的频率共用。降低 HAPS 地面站和 FWA 系统之间的干扰的一个有效方法是将 HAPS 地面站放在不能直接从 FWA 系统看到它的位置上。还要注意的是，对于两种站相隔 100 km 以上的大多数情况下，用小山和/或高楼阻挡住干扰信号。

附件 1 和附件 2 的附录 1

在频带 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 中在 HAPS 飞艇和地面站之间的倾斜路径上由于大气中的各种气体引起的传播衰减

已经使用由大气的各种气体引起的最小传播衰减来估计在 HAPS 的飞艇和地面站之间的倾斜路径中由于大气中的各种气体引起的传播衰减。这一最小传播衰减是根据 ITU-R F.1404 建议书中所描述的方法来确定的，而该方法本身又是根据 ITU-R P.676 建议书的方法。ITU-R F.1404 建议书的表 1 给出了所假设的气象参数。

下一节中给出了近似于理论值的大气衰减的数字的公式，公式中：

$A_L(h,\theta)$, $A_M(h,\theta)$, $A_H(h,\theta)$：分别为低纬度（赤道两边 22.5°以内）地区、中纬度（离赤道大于 22.5°、但小于 45°）地区和高纬度（离赤道 45°或以上）地区的总大气损耗（dB）

h：地面站的海拔高度（km）

θ：仰角（度）

对 $0 \leqslant h \leqslant 3$ km 和 $0° \leqslant \theta \leqslant 90°$ 情况下，计算出了近似值。使用 ITU-R F.1333 建议书中的方法，可以根据自由空间传播条件下求出的仰角来确定实际的仰角。实际仰角低于 0°时，应该使用 0°时的衰减。

1 频带 27.5-28.35 GHz

在这一频带中，在低纬度和中纬度地区，该衰减在较高频率上稍小一些，而在高纬度地区，该衰减在较高频率上稍大一些。所以，下面的公式给出了在低纬度和中纬度地区条件下的 28.35 GHz 频率上的衰减和在高纬度地区条件下的 27.5 GHz 频率上的衰减。

$$A_L(h,\theta) = 21.28/[1+0.9505\theta + 0.03065\theta^2 + h(0.3381 + 0.4466\theta) + h^2(0.2331 + 0.1169\theta)] \quad (1a)$$

$$A_M(h,\theta) = 11.63/[1 + 0.8167\theta + 0.02649\theta^2 + h(0.2688 + 0.4486\theta) + 0.1394h^2] \quad (1b)$$

$$A_H(h,\theta) = 8.77/[1 + 0.8259\theta + h(0.2163 + 0.3037\theta) + 0.1067h^2] \quad (1c)$$

2 频带 31-31.3 GHz

在这一频带中，频率越高、衰减越大。所以，下面的公式给出了 31 GHz 上的衰减。

$$A_L(h,\theta) = 19.54/[1+0.9323\theta + 0.02553\theta^2 + h(0.3416 + 0.4413\theta) + h^2(0.1980 + 0.08016\theta)] \quad (2a)$$

$$A_M(h,\theta) = 11.76/[1 + 0.8137\theta + 0.02033\theta^2 + h(0.2740 + 0.3935\theta) + 0.1203h^2] \quad (2b)$$

$$A_H(h,\theta) = 9.52/[1 + 0.8160\theta + h(0.2378 + 0.2722\theta) + 0.08949h^2] \quad (2c)$$

附件 1 和附件 2 的附录 2

用于频率共用研究的 FWA 系统的参数

本附录描述了以 P-MP 方式工作的 FWA 的系统参数（包括基站和用户站两种站）和以 P-P 方式工作的 FWA 的系统参数。

1 以 P-MP 方式工作的 FWA 系统

关于 FWA 基站，从基站的天线方向性图的观点和频率重用方案的观点，考虑下面三种情况。这里假设基站是每隔 2 km 安装的。

情况 a）：假设的天线射束方向性图是根据 ITU-R F.1336-1 建议书，而且认为频率重用似乎是比较现实的（四个基站使用分段的 4×4 频带和它的天线射束是 90° 的扇形：4 个站一组重复安装）。

情况 b）：假设的天线射束方向性图是根据 ITU-R F.1336-1 建议书，并且所有的基站都使用为基站所指配的同一个频率（所以，在方位方向上，假定是全向的方向图）。

情况 c）：假设的天线射束方向性图是相当现实的方向性图，它是许多业务提供商可能采用的（未在建议书中列出），而且频率共用方案与情况 a）相同。

表 1 和表 2 分别列出了上面三种情况下的 FWA 基站的参数和 FWA 用户站的参数。假设用户站的参数对三种情况是相同的。至于情况 c），使用余割特性，它是由某些天线硬件提供商加工生产的。

表 1

P-MP FWA 系统中基站的参数

参　　数	情况 a）		情况 b）		情况 c）	
	31 GHz	**28 GHz**	**31 GHz**	**28 GHz**	**31 GHz**	**28 GHz**
发射输出（dBW）	−5	−4	−5	−4	−5	−4
输出谱密度(dB(W/MHz))	−17	−18.1	−17	−18.1	−17	−18.1
噪声系数（dB）	7	6	7	6	7	6
计算出的接收机热噪声(dB(W/MHz))	−137	−138	−137	−138	−137	−138
天线增益（dBi）	15	15	15	15	15	15
天线方向图（方位面，图 10）	ITU-R F.1336 建议书(1)	ITU-R F.1336 建议书(1)	全向	全向	余割特性	余割特性
天线方向图（俯仰面，图 11）	ITU-R F.1336 建议书(2)	ITU-R F.1336 建议书(2)	ITU-R F.1336 建议书(2)	ITU-R F.1336 建议书(2)	余割特性	余割特性
馈线损耗（dB）	0	0	0	0	0	0
调制	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK

(1) 射束方向性图是在 ITU-R F.1336 建议书的图 15 中所表示的所测得的特性的模板。

(2) 射束方向性图由 ITU-R F.1336 建议书中的公式（1a）、（1b）和（1c）来表示。

图 10

假设的方位方向上的天线射束方向图

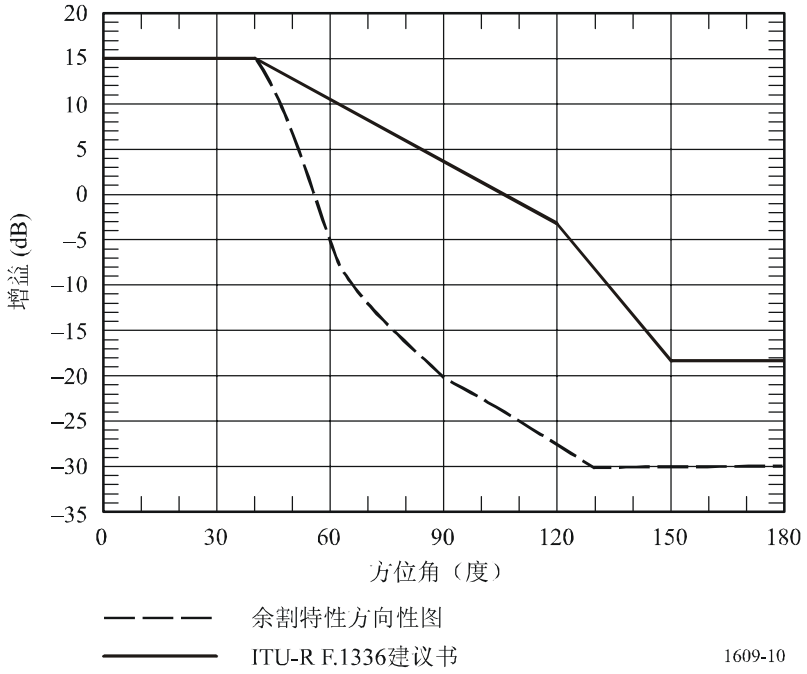
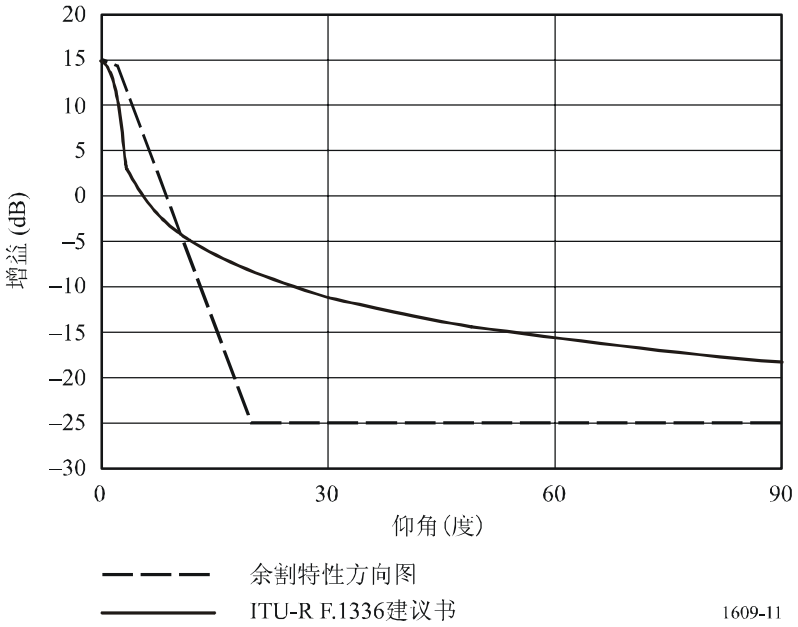


图 11

假设的俯仰方向上的天线射束方向性图



2 以 P-P 方式工作的 FWA 系统

表 3 列出了 P-P 系统中的 FWA 站的系统参数。在 P-P FWA 系统中，一般不考虑发射功率控制。FWA 站总是以降雨条件下所需要的功率发送信号。

表 2

在 P-MP FWA 系统中用户站的参数

参 数	降 雨 衰 减		净 空	
	31 GHz	**28 GHz**	**31 GHz**	**28 GHz**
发射输出（dBW）	−10	−10	−23	−20
输出谱密度(dB(W/MHz))	−17	−18.1	−30	−28.1
噪声系数（dB）	7	6	7	6
计算出的接收机热噪声(dB(W/MHz))	−137	−138	−137	−138
天线增益（dBi）	37/43	36/42	37/43	36/42
天线方向性图	ITU-R F.1245 建议书	ITU-R F.1245 建议书	ITU-R F.1245 建议书	ITU-R F.1245 建议书
馈线损耗（dB）	0	0	0	0
调制	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK

注 — 关于 31 GHz 的天线增益，43 dBi 相应于用于长距离的直径 60 cm 的天线，而 37 dBi 相应于用于短距离的直径 30 cm 的天线。假设 30 cm 的天线用于仰角大于 5° 的情况，否则使用 60 cm 的天线。在 28 GHz 情况下，同样做了这样的假设。

表 3

在 P-P 系统中 FWA 站的参数

参　　数	31 GHz	28 GHz
发信输出（dBW）	−3	−3
输出谱密度(dB(W/MHz))	−6	−6
噪声系数（dB）	7	8
计算出的接收机热噪声(dB(W/MHz))	−137	−136
天线增益（dBi）	37/46	36/46
天线方向性图	ITU-R F.1245 建议书	ITU-R F.1245 建议书
馈线损耗（dB）	0	0
调制	4-FSK	QPSK

注 1 — 关于 31 GHz 的天线增益，46 dBi 的增益相应于用于长距离的直径约 90 cm 的天线，而 37 dBi 相应于用于短距离的直径约 30 cm 的天线。假设仰角大于 5° 时使用 30 cm 的天线，否则使用 90 cm 的天线。在 28 GHz 的情况下，同样做了这样的假设。

附　件　3

在 27.5-28.35 GHz 频带使用随机法估计 HAPS 对 FWA 系统的站的干扰的方法

1　引言

本附件提供了在以实际工作情况为基础的条件下，用随机过程法估计在 27.5-28.35 GHz 频带中工作的 HAPS 对 FWA 系统的干扰的一个干扰估计方法和一个估算的例子。关于对 FWA 用户站的干扰，显然，FWA 站天线朝 HAPS 方向的增益是一个关键的参数。估计干扰的假设条件是 FWA 用户站天线的仰角依照典型的 FWA 系统的概率分布，而方位角是随机分布。

对 FWA 基站的干扰也根据离 HAPS 的距离进行估计，假设扇区天线水平放置和面向 HAPS。

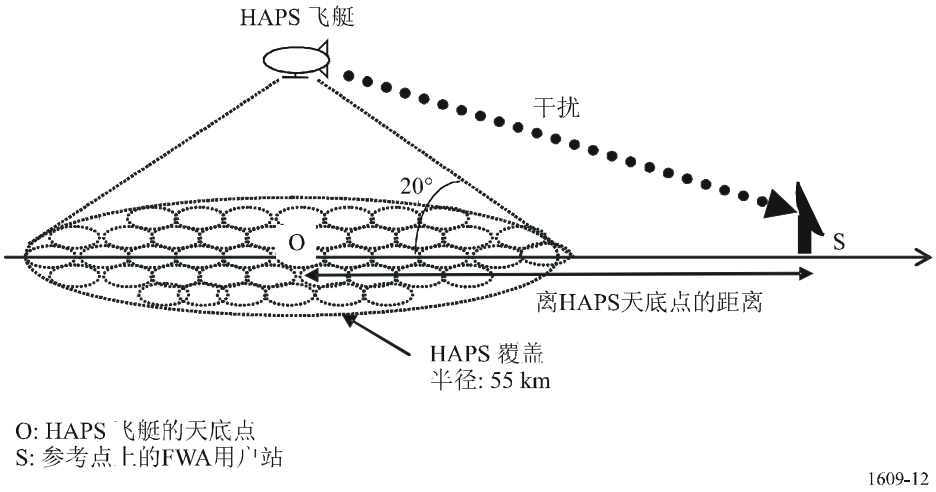
2　仿真模型

2.1　计算方法

使用图 12 中所示的场景，计算 HAPS 的飞艇对 FWA 系统的一个站的干扰。本建议书附件 1§2.1 中所描述的方法在下面的条件下应用。

图 12

干扰仿真模型



2.1.1 HAPS 下行链路

HAPS 系统的技术特性是以 ITU-R F.1569 建议书为基础的。假设干扰功率是在相同的频率槽中，所有 HAPS 的点射束朝一个参考点方向上的综合等效全向辐射功率（e. i. r. p）。为保守估计起见，假设为自由空间传输。

2.1.2 FWA 用户站

用户站的参数在对本建议书的附件的附录 2 中做了描述。用户站位于一参考点上，天线的指向角根据 §2.3 中所提出的假设部署统计来确定。

2.1.3 FWA 基站

FWA 基站的参数在本建议书附件的附录 2 中做了描述。

2.2 HAPS 系统

HAPS 系统的典型配置在 ITU-R F.1569 建议书中做了描述。估计时所使用的参数汇总在表 4 中。

表 4

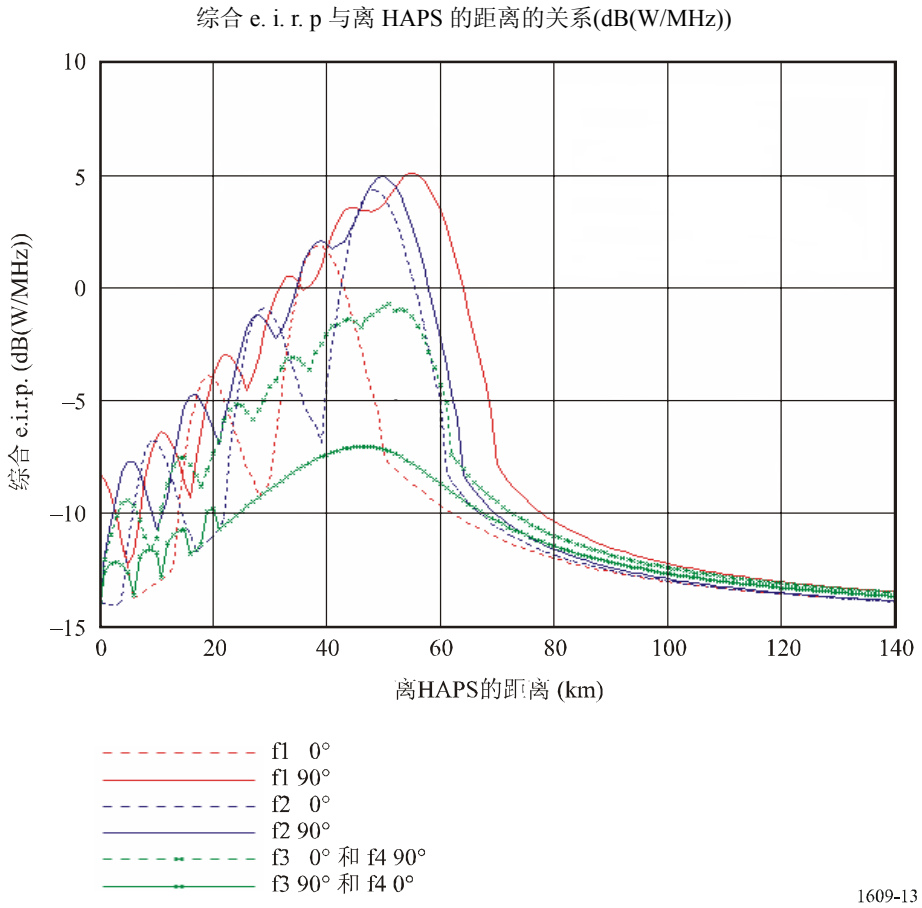
HAPS 系统的下行链路参数

参　　数	描　　述
射束数目	397
频率重用系数	4
综合 e. i. r. p	参考图 13（f1 90°）
天线增益	16-29.5 dB
天线辐射图	ITU-R F.1245 建议书
覆盖区半径	55 km（最低仰角 20°）

397 个射束采用频率重用系数 4，所以，对各频率槽和各辐射方向而言，HAPS 向地面发射功率是变化的。图 13 表示了在方位平面的两个正交的方向（偏离 *x* 轴 0° 和 90° ）上的。每一频率槽的 e. i. r. p 值，以离 HAPS 的天底点的距离为参数来表示。估计采用“f1 90° ”的 e. i. r. p，它对 HAPS 服务区以外的 FWA 系统产生最严重的干扰。

图 13

由 397 射束所产生的 HAPS 综合 e. i. r. p



2.3 FWA 用户站

2.3.1 用户站参数

在这一估计过程中，使用本建议书附件的附录 2 中的表 2 所给出的 FWA 用户站的参数。

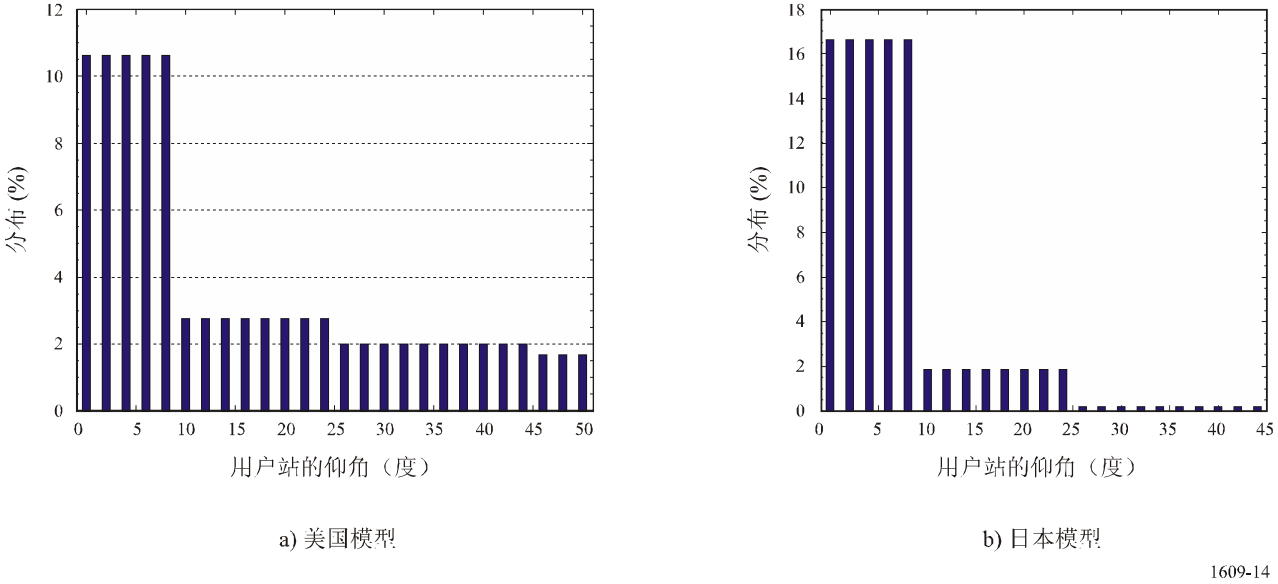
2.3.2 部署统计

仰角：

ITU-R F.1498 建议书提供了 38 GHz 频带中的 FWA 系统仰角统计的两个例子。在该建议书的附件 1 中的图 6 和图 8 分别表示美国和日本的模型。那些例子不完全适用于干扰估计，因为分布是很粗的。本建议书假设在各自的范围内，分布是均匀的。例如，美国的模型给出了在仰角小于 10° 的范围内 53%的分布。在计算中，将这个值变换成在 0° 、2° 、4° 、6° 和 8° 上分别为 53/5%（=10.6%）。计算所用的仰角分布如图 14 所示。

图 14

FWA 用户站的仰角分布



方位角:

假设用户站的方位角是均匀分布的。

传播特性：

除了自由空间损耗外，对附录 1 中所描述的中纬度地区，还要考虑到大气吸收损耗。为了使研究结果有余量，不考虑地形和建筑物的效应，尽管实际上可以预料会有相当大的损耗。

其它因素:

在仿真中，不考虑用户站天线的高度，因为在视距传输条件下，它不是一个重要的因素。

2.4 FWA 基站

在这一研究中，使用对本建议书附件的附录 2 表 1 中给出的 FWA 基站的参数。基站天线是最大增益为 15 dB 的扇区型天线，它在俯仰平面内的方向图依据 ITU-R F.1336 建议书 。假设中心站天线面向 HAPS 的天底点，仰角为 0° 。

3 计算结果

对 FWA 用户站，估计干扰噪声比（*I*/*N*）的值为该站和 HAPS 天底点之间的距离的函数。图 15 和 16 表示了具有所假设的仰角分布统计的用户站超过 *I*/*N* = −20 dB 和−10 dB 标准的概率。它们表明，当用户站离 HAPS 70 km 时，*I*/*N* 可能会大大降低。

对于 FWA 基站，如图 17 所示，在 HAPS 服务区以外，所计算出的 *I*/*N* 可能是很小的。

图 15

FWA 用户站的 *I*/*N* 概率：美国的仰角分布模型

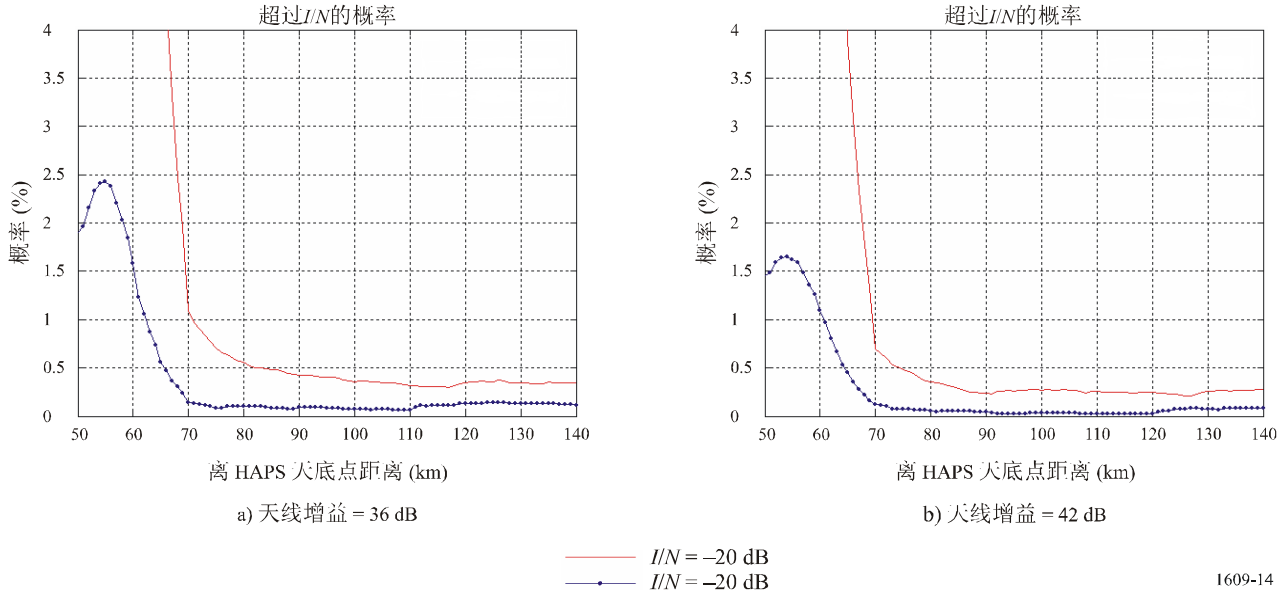


图 16

FWA 用户站的 *I*/*N* 概率：日本的仰角分布模型

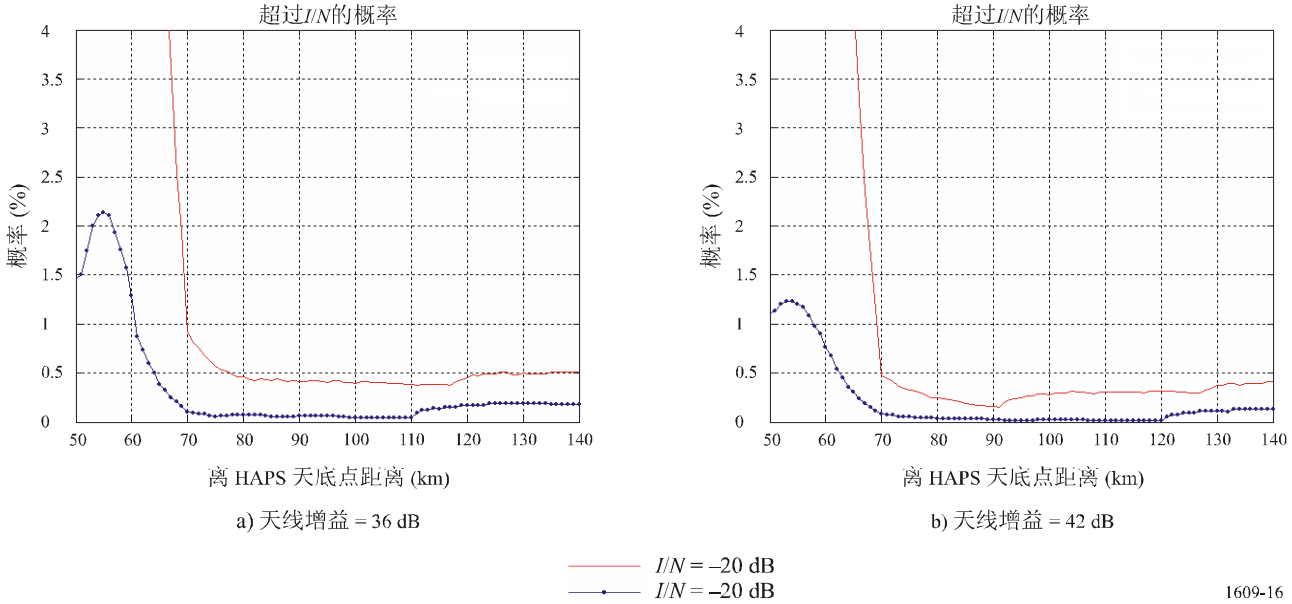
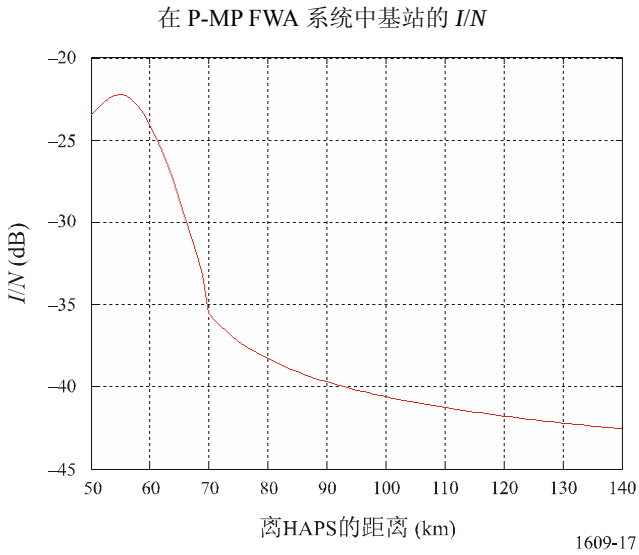


图 17

FWA 基站的 *I/N*



4 综述

已经证明，当考虑了 FWA 系统的概率因子时，一个 HAPS 飞艇对一个 FWA 用户站的干扰概率可以大大降低。典型的估计结果表明，在 FWA 用户站离 HAPS 天底点 70 km 左右的情况下，将大大降低可以觉察到的干扰的概率。

关于 FWA 基站，即使在不利的假设下，最大的 *I/N* 将小于−20 dB。

应该指出，这一估计仍然是保守的。考虑到其它传播因素，包括建筑物的阻挡、大气衰减和降雨衰减以后，在实际工作条件下，干扰可能会进一步降低。