

ITU-R F.1760 建议书

为来自点对多点高密度应用固定业务确定的 30 GHz 以上频带中工作的应用*计算综合等效全向辐射功率 (a.e.i.r.p.) 分布的方法

(2006 年)

范围

本建议书提供了可以用于推导出 30 GHz 以上频带中的点对多点 (P-MP) 和点对多点 (MP-MP) 高密度应用固定业务 (HDFS) 发射站的 a.e.i.r.p 的方法。各管理部门想要评估 P-MP HDFS 站对其它业务的潜在干扰时, 可以使用这一方法。

国际电联无线电通信全会,

考虑到

- a) 主管部门要在国内的和双边的基础上评估 P-MP HDFS 站对其它受害的业务潜在干扰时, 可能需要估计由于部署点对多点 (P-MP) 高密度应用固定业务 (HDFS) 站而引进的综合等效全向辐射功率 (a.e.i.r.p.);
- b) 在 P-MP 发射机中使用自动发射功率控制 (ATPC) 将降低综合辐射功率;
- c) 研究在一规定区域内的结构、人口统计数据 and 部署的模型能够改进计算 a.e.i.r.p.的方法;

认识到

1 无线电规则(RR)的第 5.547 款规定了频带 31.8-33.4 GHz、37-40 GHz、40.5-43.5 GHz、51.4-52.6 GHz、55.78-59 GHz 和 64-66 GHz 是可以作为用于固定业务中的高密度应用 (HDFS) 的频带,

注意到

- a) 第 75 号决议 (WRC-2000) 请 ITU-R 作为一个紧迫的课题研究出在 31.8-32.3 GHz 和 37-38 GHz 频带中、确定空间研究业务 (深空) 中的地球接收站与 HDFS 发射站之间的协调区的的技术基础;
- b) 第 79 号决议 (WRC-2000) 请 ITU-R 研究在 42.5-43.5 GHz 频带中工作的射电天文台和 HDFS 系统之间的协调距离问题,

建议

1 在附件 1 中所描述的技术可以用来确定从 30 GHz 以上频带中工作的 P-MP HDFS 发射站来的 a.e.i.r.p.的分布。

* 本建议书也适用于点对多点 (MP-MP) 高密度应用固定业务 (HDFS)。

附件 1

计算来自在 30 GHz 频带中工作的固定业务中的 P-MP 高密度应用的综合等效全向辐射功率 (a.e.i.r.p.) 的方法

1 引言

第 75 号决议 (WRC-2000) 要求拟定在 31.8-32.3 GHz 和 37-38 GHz 频带中, 在空间研究业务 (深空) 中的地面接收站和固定业务中的高密度应用 (HDFS) 的发射站之间进行协调的协调区。此外, 第 79 号决议 (WRC-2000) 请 ITU-R 研究有关在 42.5-43.5 GHz 频带中工作的射电天文台和 HDFS 系统之间的协调距离问题。

本建议书提供了可以用来推导出 P-MP HDFS 发射站的 a.e.i.r.p. 的方法。当主管部门想要在它们的国内的和双边的协商中, 估计 P-MP HDFS 站对其它受害业务的潜在干扰时, 可以使用这些方法。各主管部门想要答复第 75 号决议 (WRC 2000) 和第 79 号决议 (WRC-2000) 中的各项决议时, 他们可以用本建议书提出的方法作为基础, 供深入研究用。

WRC-2000 批准了 RR 第 5.547 款, 该条款规定 30 GHz 以上的某些频带是可以适用于固定业务中的高密度应用的。虽然没有规定系统的具体特性, 但是, 可以预料, 在与传统的固定业务相联系的规定区域内, 将会部署大量的终端。这些高密度固定业务 (P-MP HDFS) 系统在一个小区内, 可能有数百个终端, 并且可能由数百个小区组成。这可能会导致 e.i.r.p. 的显著聚集, 并且必须考虑新的途径来建立这样的效应的模型。

下面的方法中介绍了一个这样的途径, 它确定从分散在一个被称为组块 (BB) 的规定小区内的许多 P-MP HDFS 来的综合等效全向辐射功率 (a.e.i.r.p.) 的分布。a.e.i.r.p. 考虑如下方面:

- 发射机和接收机高度的变化;
- 站址和跳长度的变化;
- 天线方位角的变化和朝水平面上的点的方向上的相关增益的变化;
- 发射功率控制的变化。

为了得到在位于水平面上的一个接收测试点上的 a.e.i.r.p. 分布, 可以用干扰方程和蒙特卡洛仿真求这些参数的卷积。使用这一方法, 可以把每一小区作为 a.e.i.r.p. 分布的模型, 它表示在由该 BB 确定的区域内的可能存在的大量发射机。

该方法分三个阶段确定的:

第 1 阶段 P-MP HDFS 系统参数的定义;

第 2 阶段 建立部署模型;

第 3 阶段 系统参数的卷积, 以得到 a.e.i.r.p. 分布。

这些阶段在下一节中作描述, 并且在附录 1 中介绍了一个典型的应用。

1.1 蒙特卡洛仿真的应用

为了计算 a.e.i.r.p. 的分布，有必要考虑输入参数的变化，如站址和天线方位角的变化。采用统计建模法，例如蒙特卡洛法就可以完成计算。

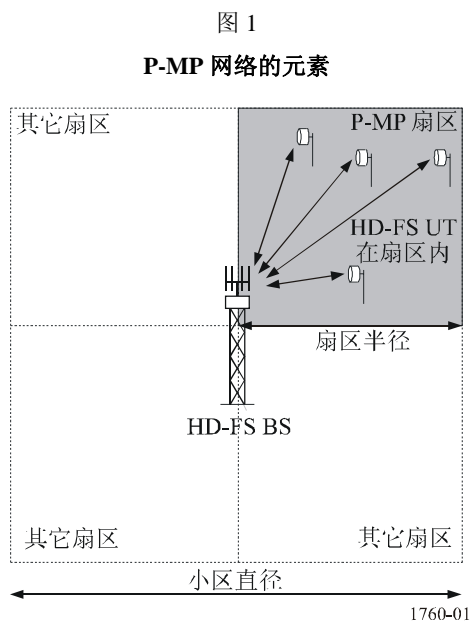
蒙特卡洛法是根据从它们规定的概率分布对随机变量取样的原理。当确定 P-MP HDFS 参考系统时（见下面 § 3.2），这些分布用最大的和最小的系统参数来确定。

为了得到统计上有意义的结果，采用蒙特卡洛法时，需要有适当数量的取样。为了确定 a.e.i.r.p. 的分布，应该至少取 10 000 个取样。

1.2 P-MP HDFS 网络的类型

为了提供 P-MP HDFS 业务，可以使用许多种结构。两种这样的结构是点对多点（P-MP）和多点对多点（MP-MP）结构。

图 1 表示了 P-MP 系统的元素。



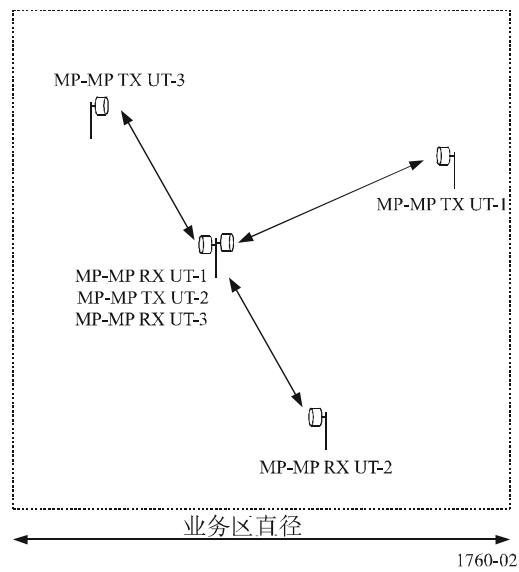
该结构由如下部分组成：

- 定义为提供业务的小区面积；
- 基站位于这一小区内一个位置上，典型的位置是小区中心；
- 小区被分成一组扇区，对每一个扇区由一单独的天线提供业务；
- 许多用户终端（UT）位于每一个扇区内；
- 每一 UT 有对准 BS 的天线。

请注意，一小区可以由单个扇区组成。

图 2 表示了 MP-MP 系统的元素。

图 2
MP-MP 网络的元素



该结构由如下部分组成：

- 一个提供业务的面积；
- 每一结点或用户终端（UT）至少与一个其它的结点相连接；
- 更多的 UT 可以与现有的结点相连接。

2 a.e.i.r.p.分布方法的描述

2.1 第 1 阶段 — P-MP HDFS 的系统参数

第 1 阶段是确定 P-MP HDFS 系统的参数。这一点可以用表 1 的格式来完成。

表 1
P-MP HDFS 模型的参数

参数	数值	单位	注释
结构	用户规定	—	P-MP 或 MP-MP
发射机	用户规定	—	规定是 BS、UT 或是 MP-MP
Tx 天线辐射图	用户规定	—	
Tx 天线峰值增益	用户规定	dBi	
Tx 高度（地面上）：			对 P-MP 系统，只规定最大高度。对 MP-MP 系统，在最大值和最小值之间随机选择天线高度
最低高度	用户规定	m	
最大高度	用户规定	m	
小区数	用户规定	—	在 BB 范围内，为 P-MP 系统建模的小区数
每小区扇区数	用户规定	—	对 MP-MP 系统缺省值是 1

表 1 (续)

参数	数值	单位	注释
每扇区的用户数或发射结点数	用户规定	—	规定同时发射的用户或 MP-MP 的数目
用户在扇区内的位置	随机	—	随机选择
链路路径长度:			路径在最小值和最大值之间随机选择。对 P-MP 系统, UT 的位置在扇区内是随机的。
最小长度	用户规定	km	
最大长度	用户规定	km	
频率	43	GHz	缺省值
参考带宽 B	1	MHz	缺省值
ATPC 使用与否	是/否	—	
最大 Tx 功率	用户规定	dB(W/B MHz)	若不用 ATPC, 在参考带宽 B MHz 内, Tx 功率在最小值和最大值之间随机变化
最小 Tx 功率	用户规定	dB(W/B MHz)	
标称 Rx 输入电平	用户规定	dB(W/B MHz)	若使用 ATPC, 在参考带宽 B MHz 以内, 将 Tx 功率设置得能达到标称 Rx 输入电平
其它损耗	用户规定	dB	馈线和电缆损耗等
接收机	用户规定	—	规定是 BS、UT 还是 MP-MP
Rx 天线辐射图	用户规定	—	
Rx 天线峰值增益	用户规定	dBi	
Rx 高度 (地面上):			对 P-MP 系统, 只规定最大高度。对 MP-MP 系统, 天线高度在最大值和最小值之间随机选择
最低高度	用户规定	m	
最大高度	用户规定	m	

2.2 第 2 阶段 — 部署的模型

第 2 阶段是确定将要在其上面部署 P-MP HDFS 站的 BB 或参考面积和确定水平面上的 a.e.i.r.p.所使用的测试点的位置。

BB 或参考面积规定为一个恒定的面积, 如大小为 4 km×4 km 的正方形。也可以考虑其它的参考面积, 但是, 所选择的值必须与如何使用 a.e.i.r.p.相一致。一规定数量的 P-MP 小区或 MP-MP 结点将位于 BB 区域内。

P-MP 小区的数目将取决于小区的大小。所以, 一个大小为 4 km×4 km 的 BB 可能包含一个大的小区或 4 个比较小的小区。

水平测试点位于在围绕圆周上每 x° 一个测试点, (其中 $x < \text{FS}$ 天线 3 dB 射束宽度), 该圆周位于水平面上, 是从参考区域的中心观察到的。到水平面的距离由下式给出:

$$D = \sqrt{2R_e h} \quad (1)$$

其中:

D : 到水平面的距离

R_e : 地球等效半径

h : P-MP HDFS 发射站的高度

(D 、 R_e 和 R 用相同的单位)。

2.3 第3阶段 — 计算 a.e.i.r.p. 分布

蒙特卡洛法是根据 P-MP HDFS 站的部署情况, 对一系列的取样值, 计算在水平面上的 a.e.i.r.p.。每一个取样值包含变化的输入参数, 如站址、天线方位和天线高度的卷积。

然后, 由下式给出 a.e.i.r.p. 的值:

$$AEIRP_i = 10 \cdot \log_{10} \sum_j^{N_{ut}} 10^{[P_j(d_{i,j}) + G_{tx,i,j} - L_p]/10} \quad (2)$$

其中:

i : 取样的编号

j : 发射机的编号

N_{ut} : 在给定的 BB 内, 正在给定时间上工作的用户终端的总数 (在 P-MP 系统情况下, 这要考虑 P-MP 小区的总数)

$AEIRP_i$: 第 i 个取样号的综合 e.i.r.p. (dBW)

$P_j(d_{i,j})$: 对第 j 个发射机和第 i 个取样所选择的随机距离上, 第 j 个发射机往靠近的链路上的发射功率 (dBW)

$G_{tx,i,j}$: 对第 i 个取样, 从第 j 个发射机朝水平面上的测试点方向的发射天线增益 (dBi)

L_p : 传播损耗 (dB)

请注意, 求和用线性单位, 而其它项以 dB 为单位。

每一取样代表在 BB 内的 P-MP HDFS 站的一种结构或布局, 而测试点代表了这一 BB 的随机朝向。

根据方程 (2), 对 P-MP 或 MP-MP 的结构, 可以按下一节中所说明的步骤确定 a.e.i.r.p. 的分布。

传播损耗应该用传播路径损耗模型¹进行计算。

2.3.1 P-MP 的算法

第 1 步: 设置取样计数 $N=0$ 。

第 2 步: 将库的陈列 $AEIRP$ 中的每一个输入设置为零。

第 3 步: 对每一 BS, 重复步骤 4 到 5。

第 4 步: 将 BS 设置在小区的中心。

¹ 模型的选择可能包括自由空间损耗模型, ITU-R P.452 建议书的无地面散射损耗模型或 ITU-R P.452 建议书的有地面散射损耗模型。所使用的模型应该在所有各方之间取得一致。请注意, 不考虑地面散射损耗可能过高估计实际的 a.e.i.r.p.。

第 5 步：按规定设置 BS 高度。

第 6 步：当取样计数 $N < N_{max}$ 时，重复步骤 7 到 23。

第 7 步：从水平面上的测试点中，对这一取样随机选择测试点 TP_i 。

第 8 步：对这一取样设置 $AEIRP_{(w)}$ ， $AEIRP_{i(w)}=0$ 。

第 9 步：对每一基站，重复步骤 10 到 21。

第 10 步：对这一基站的每一扇区，重复步骤 11 到 21。

第 11 步：对扇区的每一用户终端 (UT)，重复步骤 12 到 21。

第 12 步：在 UT 所属的扇区范围内，将 UT 的位置设置为随机的。

第 13 步：将 UT 的天线高度设置在最低高度和最大高度之间的随机高度上。

第 14 步：将 UT 天线设置为对准相关的基站。

第 15 步：若不用功率控制，则将发射功率设置在最大 TX 功率和最小 TX 功率之间的随机值上，并继续步骤 19。

第 16 步：用下式计算为满足所要求的标称接收输入电平所需要的发射功率。

$$P_{TX} = R - (G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX})$$

第 17 步：若 $P_{TX} > \text{Max TX 功率}$ ，则设置 $P_{TX} = \text{Max TX 功率}$ 。

第 18 步：若 $P_{TX} < \text{Min TX 功率}$ ，则设置 $P_{TX} = \text{Min TX 功率}$ 。

第 19 步：用下式计算在 TP_i 方向上，从这一发射机来的 e.i.r.p.:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p$$

第 20 步：用这一 e.i.r.p.，对这一取样增加 $AEIRP_{(w)}$ ：

$$AEIRP_{i(w)} \Rightarrow AEIRP_{i(w)} + 10^{EIRP_{i,j}/10}$$

第 21 步：当已经包含了所有发射机时，将 $AEIRP_{(w)}$ 变换为 dBW：

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10 \log_{10}(AEIRP_{i(w)})$$

第 22 步：用 $AEIRP_{i(dBW)}$ ，在 $AEIRP$ 阵列中增加有关的库。

第 23 步：当已经完成了 N_{max} 的步骤时，以直方图和/或累积分布函数 (CDF) 的形式输出 $AEIRP$ 阵列。

各方程中的符号索引：

i : 取样编号

j : 发射机编号

B : 参考带宽 (MHz)

P_{TX} : 在发射天线输入端上的功率 (dB(W/B MHz))

R : 标称接收机输入电平 (dB(W/B MHz))

G_{TXb} : 天线方向图轴向发射增益 (dBi)

G_{TXo} : 偏离轴向的发射增益分量 (dBi)

L_{ps} : 用适当的路径损耗模型得到的传播损耗 (dB)

L_o : 其它损耗 (dB)

G_{RX} : 接收峰值增益 (dBi)

$EIRP$: 从单个发射机来的等效全向辐射功率 (dBW)

$AEIRP_{(w)}$: 从多个发射机来的综合 e.i.r.p.(W)

$AEIRP_{(dBW)}$: 从多个发射机来的综合 e.i.r.p. (dBW)

$AEIRP$: 用于储存 $AEIRP_{(dBW)}$ 值的库的阵列, 这些值确定了输出直方图和/或 CDF。

2.3.2 MP-MP 的算法

第 1 步: 设置取样计数 $N=0$ 。

第 2 步: 将库中的阵列 $AEIRP$ 中的每一输入设置于零。

第 3 步: 当取样数 $N < N_{max}$ 时, 重复步骤 4 到 23。

第 4 步: 从水平面上的测试点中, 选择这一取样的测试点 TP_i 。

第 5 步: 将这一取样的 $AEIRP_{(w)}$ 设置为 $AEIRP_{i(w)}=0$ 。

第 6 步: 对于在测试区域内的每一发射结点, 重复步骤 7 到 21。

第 7 步: 在测试区域内, 将 TX 站的位置设置为随机的。

第 8 步: 将 TX 天线高度设置为在最低高度和最大高度之间的随机高度上。

第 9 步: 将跳的长度设置为在最小长度和最大长度之间的随机值。

第 10 步: 在 -180° 和 $+180^\circ$ 之间, 设置方位角是随机的。

第 11 步: 计算 RX 天线的位置。

第 12 步: 在最低高度和最大高度之间, 随机设置 RX 天线的高度。

第 13 步: 设置 RX 天线对准 TX 天线。

第 14 步: 设置 TX 天线对准 RX 天线。

第 15 步: 若不使用功率控制, 则将发射功率设置在最大 TX 功率和最小 TX 功率之间的一个随机值上, 并在第 19 步上继续。

第 16 步: 用下式计算为满足所要求的标称接收输入电平所需要的发射功率:

$$P_{TX} = R - (G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX})$$

第 17 步: 若 $P_{TX} > \text{Max TX 功率}$, 则设置 $P_{TX} = \text{Max TX 功率}$ 。

第 18 步: 若 $P_{TX} < \text{Min TX 功率}$, 则设置 $P_{TX} = \text{Min TX 功率}$ 。

第 19 步: 用下式计算在 TP_i 方向上从这一发射机来的 e.i.r.p.:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p$$

第 20 步: 用这一 e.i.r.p., 增加这一取样的 AEIRP:

$$AEIRP_{i(w)} \Rightarrow AEIRP_{i(w)} + 10^{EIRP_{i,j}/10}$$

第 21 步：当已经包含了所有的发射机时，将 $AEIRP_{(w)}$ 转换为用 dBW 表示：

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10 \log_{10}(AEIRP_{i(w)})$$

第 22 步：用 $AEIRP_{i(dBW)}$ 增加 $AEIRP$ 阵列中有关的库

第 23 步：当已经完成了 N_{max} 的步骤时，以直方图和/或 CDF 的形式输出 $AEIRP$ 阵列。

各方程的符号索引：

与上面 P-MP 所用符号相同。

2.3.3 对模型的修正

目标是在参考带宽（如 1 MHz）内，确定用 dBW 表示的 a.e.i.r.p.。这也可能是在一个更大的受害接收机带宽（例如 1 GHz）上积分后，得到这一参考带宽的平均 a.e.i.r.p.。所以，上面的计算可能要求作修正，以换算到所需要的值。

参考区域可能包含多个 P-MP HDFS 小区，取决于小区的类型和环境。对 P-MP 部署方式，将有必要确定如下参数：

- 同频工作的正在工作的扇区数；
- 每一扇区的用户终端数；
- 所以，要确定每一扇区正在以相同频率工作的用户数。

考虑到从在接收地球站的带宽内可以容纳的所有 P-MP HDFS 信道来的总功率是以 1 MHz 参考带宽定标的，所以必须加以修正。

$$Adj = 10 \log_{10}(N_{channels}) \quad (3)$$

其中：

$$N_{channels} = \frac{ES_{RxBw}}{HDFS_{ULBw} + HDFS_{DLBw}}$$

其中：

Adj ：所需要的修正

$N_{channels}$ ：在接收地球站的带宽内可以容纳的信道数

ES_{RxBw} ：接收地球站的带宽

$HDFS_{ULBw}$ ：P-MP HDFS 站在上行链路方向上的带宽

$HDFS_{DLBw}$ ：P-MP HDFS 站在下行链路方向上的带宽

2.3.4 从该方法得到的输出

从该方法得到的输出将是 a.e.i.r.p. 分布的直方图或累积分布函数（CDF）。

附件 1 的附录 1

a.e.i.r.p 分布方法的典型应用

1 引言

本附录说明了附件 1 中所描述的 a.e.i.r.p 分布方法的一个典型应用，它利用欧洲的 FS 系统的参数，假设不存在地面散射损耗和用自由空间传播模式。

2 应用到市区商用对称部署的例子

该方法已经应用于在市区商业环境中部署的 P-MP 系统，该系统在 BS 和 UT 之间，以对称的传输带宽进行工作。已经得到了上行链路方向上，即 UT 到 BS 方向上的 a.e.i.r.p 分布。

2.1 系统参数

表 1 用 P-MP HDFS 系统的格式，列出了 UCS 系统的参数。

表 1
P-MP UCS 的参数

参数	数值	单位
结构	P-MP	—
发射机	UT	—
Tx 天线辐射图	贝塞尔函数	—
Tx 天线峰值增益	33.1	dBi
Tx 高度（地面以上）：		
最低高度	N/A	M
最大高度	5	m
小区数	4	
每小区扇区数	4	—
每扇区的用户数或发射结点数	136	—
用户在扇区内的位置	随机	—
链路的路径长度：		
最小长度	N/A	km
最大长度	1.4 km	km
频率	43	GHz
参考带宽	1	MHz

表 1 (续)

参数	数值	单位
使用 ATPC	是	—
最大 Tx 功率	-30	dB(W/MHz)
最小 Tx 功率	-70	dB(W/MHz)
标称 Rx 输入电平	-124.1	dB(W/MHz)
其它损耗	1	dB
接收机	P-MP BS	—
Rx 天线辐射图	EN 301 215-C2	—
Rx 天线峰值增益	15	dBi
Rx 高度 (地面上) :		
最低高度	N/A	m
最大高度	20	m

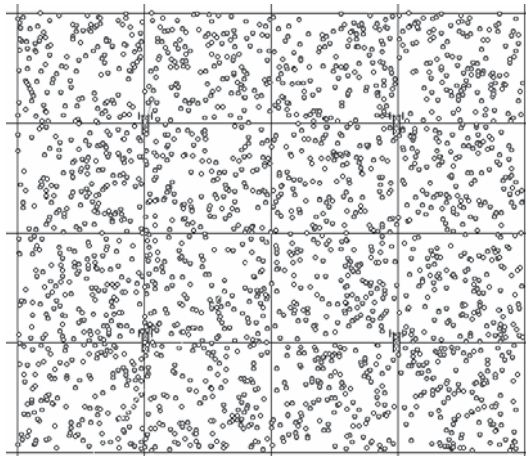
2.2 部署的模型

UCS 站部署在参考区域内。参考区域规定为一个大小为 4 km×4 km 的一个恒定的面积。根据表 1 中所规定的参数，该模型设 4 个小区（即 4 个基站），每一小区有 4 个扇区。每扇区有 136 个用户。

图 1 表示 UCS 部署的模型，而图 2 表示用附件 1 § 2.2 的方程 (1) 计算出的水平测试点的位置。

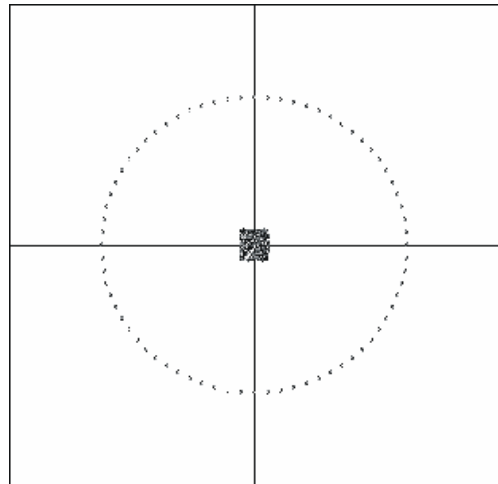
图 1

典型的 UCS 分布



1760-03

图 2
水平测试点位置



1760-04

2.3 a.e.i.r.p.分布的计算

考虑到在接收地球站的带宽内可以分配的信道数以后，对附件 1 中所规定的算法做了如下修正。

接收地球站带宽： 1 000 MHz

P-MP HDFS 上行带宽： 28 MHz

P-MP HDFS 下行带宽： 28 MHz

$N_{channels}$: 17

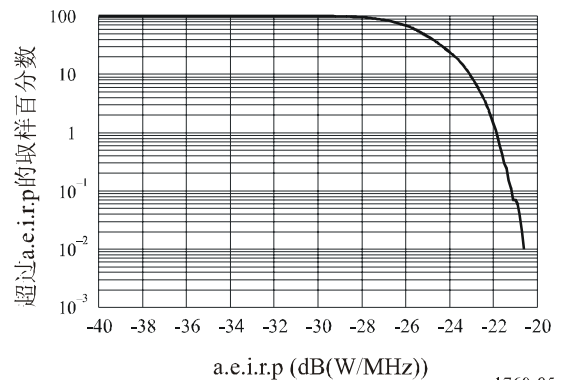
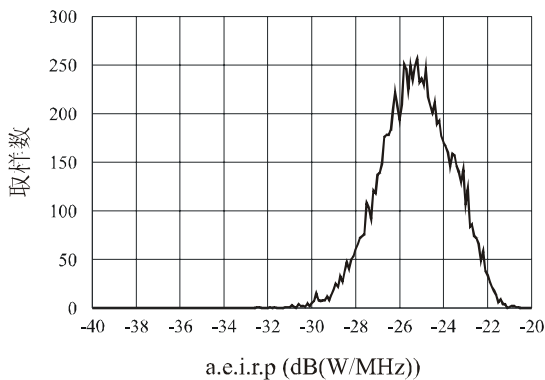
由方程式 (3)

$Adj=10 \log_{10}(17)$ 12.3 dB

2.4 从该方法的输出

图 3 表示了关于 UCS UT 部署的 a.e.i.r.p.的直方图和累积分布函数。

图 3
UCS 用户终端的直方图和 CDF 分布



1760-05