

ITU-R S.1340 建议书^{*、**}卫星移动业务馈电链路与航空无线电导航业务之间
在 15.4-15.7 GHz 频段地球到空间方向上的共用

(ITU-R 243/4 号研究课题)

(1997 年)

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 世界无线电行政会议（1995 年，日内瓦）（WARC-95）的第 117 号决议要求由 ITU-R 对在 15.45-15.65 GHz 频段的卫星移动业务（MSS）馈电链路（地球到空间）和航空无线电导航业务之间的共用情形进行研究；
- b) 频段 15.4-15.7 GHz 在主用的基础上分配给了航空无线电导航业务并且《无线电规则》（RR）的第 S4.10 款适用；
- c) WRC-95 已经增加了对 15.45-15.65 GHz 频段卫星固定业务（FSS）的分配，用于 MSS 中非对地静止（非 GSO）卫星网络的地球到空间方向的馈电链路；
- d) MSS 中非 GSO 卫星系统的馈电链路（地球到空间）的要求需在此频段内予以满足；
- e) 航空无线电导航业务的各站的辐射会对卫星引起不能接受的干扰。
- f) 为了限制对非 GSO 卫星的干扰，敦促操作航空无线电导航业务各站的主管部门限制平均 e.i.r.p.到 42 dBW；此值由 ITU-R 在审查和研究（见《无线电规则》第 S5.511C 款）；
- g) 不认为航空无线电导航站的辐射与馈电链路空间站的协调是可行的；
- h) 馈电链路地球站的辐射沿地球表面的传播会对航空无线电导航站引起有害干扰；
- j) 根据《无线电规则》第 S5.511C 款已经对卫星固定业务施加了一定的限制以保护航空无线电导航业务；
- k) 此频段被航空无线电导航业务相当广泛地使用于机载、陆基和海基站；
- l) 根据《无线电规则》第 S5.511B 款不允许飞机站在 15.45-16.45 GHz 频段内发射；

* 应提请无线电通信第 8 研究组注意本建议书。

** 无线电通信第 4 研究组于 2001 年按照 ITU-R 44 号决议（RA-2000）对本建议书进行了编辑性修正。

- m) 航空无线电导航站的技术和操作特性是广为所知的；
- n) 馈电链路的技术和操作特性没有被较好地定义；
- o) 为保护航空无线电导航站，需要一些方法来确定馈电链路地球站和航空无线电导航站之间所要求的协调和间隔距离；
- p) 关于前面的考虑已经进行了研究，

建议

1 MSS 的馈电链路应该限制在频段 15.43-15.63 GHz 中（见注 1）；

2 以有效 e.i.r.p. (E_{eff}) 表示的航空无线电导航站的辐射不应超过如下值：

2.1 对带宽大于 3 MHz 的飞机着陆控制系统和馈电链路：

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{dBW} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 8 \\ 53 - 0.833(\varphi - 8) & \text{dBW} & \text{对于} & 8 \leq \varphi < 14 \\ 48 & \text{dBW} & \text{对于} & 14 \leq \varphi < 32 \\ 48 - 9(\varphi - 32) & \text{dBW} & \text{对于} & 32 \leq \varphi < 34 \\ 30 & \text{dBW} & \text{对于} & 34 \leq \varphi < 40 \\ 30 - 0.2(\varphi - 40) & \text{dBW} & \text{对于} & 40 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

2.2 对带宽大于 1 MHz 的通用飞机雷达和馈电链路：

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{dBW} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 20 \\ 62 - 0.56(\varphi - 20)^2 & \text{dBW} & \text{对于} & 20 \leq \varphi < 25 \\ 48 & \text{dBW} & \text{对于} & 25 \leq \varphi < 29 \\ 71.86 - 25 \log(\varphi - 20) & \text{dBW} & \text{对于} & 29 \leq \varphi < 68 \\ 29.8 & \text{dBW} & \text{对于} & 68 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

其中：

$$E_{eff} = E_p - 15 \log(1+5/PW) \quad \text{dBW}$$

E_{eff} : 象干扰源一样对一个调相信号产生与连续噪声相同的干扰电平的 e.i.r.p.

E_p : 航空无线电导航站的峰值脉冲 e.i.r.p. (dBW)

PW : 航空无线电导航站的脉冲宽度 (μs)

φ : 高于本地水平面的仰角 ($^\circ$)；

3 地球到空间方向上的馈电链路应该设计成操作在建议 2 中定义的干扰环境中；

4 根据建议 2 和 3 对航空无线电导航站的辐射与卫星接收站进行协调是不需要的；

- 5 馈电链路地球站向本地水平面发射的 e.i.r.p. 不应超过 54 dB (W/MHz) (见注 2)；
- 6 附件 1 中描述的地面雷达不应工作在 15.43-15.63 GHz 频段；
- 7 保护航空无线电导航站不受馈电链路地球站辐射的有害干扰所需的协调距离为：
- 对于飞机着陆控制系统 (ALS) 离飞机着陆面 515 km；
 - 离使用通用雷达 (MPR) 的飞机 600 km；
 - 对于雷达传感和测量系统离飞机着陆面 270 km；
- 8 附加信息包含在附件 1、2 和 3 中。

注 1 — 建议 1 中给出的频段稍微不同于 WRC-95 分配的。建议中的此差别是为了便于非 GSO MSS 馈电链路和航空无线电导航业务之间的共用。建议 1 将在稍后时间根据未来 WRC 的成果被复审

注 2 — 为了考虑 ITU-R RA.769 建议书中给出的射电天文业务的门限电平, 可能对 MSS 地球到空间馈电链路作附加的设计和限制。

附 件 1

15.4-15.7 GHz 频段的航空无线电导航系统

1 地面雷达 (SBR)

陆基和船载 SBR 用于在机场和其他飞机着陆区表面上的飞机和其他运载工具的检测、定位和移动。

1.1 天线方向图

- 标称的 3 dB 波束宽度： 垂直 3.5°, $-31^\circ</math> 的反余割
水平 $0.35^\circ</math>$$
- 频率范围： 15.65-16.7 GHz
- 极化： 圆形
- 典型增益： 43 dBi
- 最大旁瓣电平： 低于峰值增益 25 dB
- 最大后瓣电平： 低于峰值增益 35 dB
- 垂直倾斜范围： $\pm 1.5^\circ</math>$
- 最大水平扫描范围： $360^\circ</math>。$

1.1.1 天线仰角包络方向图

根据测量数据和旁瓣电平规范及指向+1.5° 的峰值增益，一个仰角包络增益方向图定义如下，其中 φ 是仰角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 4 \\ 43 - 5(\varphi - 4) & \text{dBi} & \text{对于} & 4 \leq \varphi < 9 \\ 18 & \text{dBi} & \text{对于} & 9 \leq \varphi < 16 \\ 43.2 - 21 \log \varphi & \text{dBi} & \text{对于} & 16 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{dBi} & \text{对于} & 48 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

1.1.2 天线方位包络方向图

根据测量数据和旁瓣电平规范，方位增益方向图定义如下，其中 φ 是相对方位角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 43 - 110 \varphi^2 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 0.4767 \\ 18 & \text{dBi} & \text{对于} & 4.4767 \leq \varphi < 0.72 \\ 17.07 - 6.5 \log \varphi & \text{dBi} & \text{对于} & 0.72 \leq \varphi < 48 \\ 8 & \text{dBi} & \text{对于} & 48 \leq \varphi \leq 180 \end{cases}$$

1.2 其他特性

1.2.1 发射

- 峰值 e.i.r.p.: 86 dBW
- 脉冲重复频率: 8 192 Hz
- 脉冲宽度: 0.04 μ s
- 脉冲 3.5 dB 宽度: 25 MHz。

1.2.2 接收

- 典型天线增益: 43 dBi
- 典型噪声系数: 6.2-6.9 dB。

2 飞机着陆控制系统 (ALS)

这些 ALS 是通用系统并且用于船上、用做便携式或永久性陆基系统及用于航天飞机着陆控制。微波扫描波束着陆控制系统 (MSBLS) 就是这样一个系统。某些特性则随特定应用而变。

2.1 地面站天线方向图

对于包括 MSBLS 在内的所有应用，天线方向图都是类似的。扫描范围随应用而变。下面给出的扫描范围覆盖所有应用。

ALS 的天线设备包括一副仰角天线和一副方位角天线。

ALS 的仰角天线部分用于向飞机发射垂直角数据。

- 标称的 3 dB 波束宽度：垂直 1.3°
水平 40°
- 频率范围：15.4-15.7 GHz
- 极化：水平和垂直
- 典型增益：28 dBi
- 最大旁瓣电平：在两个平面内均低于峰值增益 17 dB
- 最大垂直扫描范围：0 到 30°。

ALS 的方位角天线部分用于向飞机发射方位角信息。

- 标称的 3 dB 波束宽度：垂直 2.0°
水平 6.5°
- 垂直方向图被阻流以便在水平面 20°以上获得至少 20 dBi 的增益。
- 频率范围：15.4-15.7 GHz
- 极化：水平和垂直
- 典型增益：33 dBi
- 最大旁瓣电平：在两个平面内均低于峰值增益 17 dB
- 最大水平扫描范围：±35°。

2.1.1 组合的天线仰角包络方向图

基于测量数据的组合的垂直包络增益方向图定义如下，其中 φ 是仰角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 8 \\ 33 - 0.833(\varphi - 8) & \text{dBi} & \text{对于} & 8 \leq \varphi < 14 \\ 28 & \text{dBi} & \text{对于} & 14 \leq \varphi < 32 \\ 28 - 9(\varphi - 32) & \text{dBi} & \text{对于} & 32 \leq \varphi < 34 \\ 10 & \text{dBi} & \text{对于} & 34 \leq \varphi < 40 \\ 10 - 0.2(\varphi - 40) & \text{dBi} & \text{对于} & 40 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

2.1.2 方位天线方向图

仰角天线的方位包络方向图定义如下，其中 φ 是相对方位角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 28 - 0.0062 \varphi^2 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 70 \\ -2.37 & \text{dBi} & \text{对于} & 70 \leq \varphi \leq 180 \end{cases}$$

方位天线的方位包络方向图定义如下，其中 φ 是相对方位角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 33 - 2\varphi^2 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 3 \\ 15 & \text{dBi} & \text{对于} & 3 \leq \varphi < 5 \\ 32.5 - 25 \log \varphi & \text{dBi} & \text{对于} & 5 \leq \varphi < 48 \\ -9.53 & \text{dBi} & \text{对于} & 48 \leq \varphi \leq 180 \end{cases}$$

2.2 其他特性

2.2.1 发射

- 峰值 e.i.r.p.: 71 dBW
- 脉冲重复频率: 3 334 Hz
- 脉冲宽度: 0.333 μ s
- 脉冲 3.5 dB 带宽: 3 MHz。

2.2.2 接收

- 典型天线增益: 8 dBi
- 典型噪声系数: 8 dB。

3 飞行器多用途雷达 (MPR)

飞机 MPR 是一部无线电导航、无线电定位和气象雷达。

3.1 天线方向图

此天线是一个直径约 0.3 m 的抛物反射面，它关于飞机的航向和姿态做垂直和水平扫描：

- 标称的 3 dB 波束宽度: 4.5°
- 频率范围: 15.4-15.7 GHz
- 极化: 垂直
- 典型增益: 30 dBi
- 最大水平扫描范围: $\pm 45^\circ$
- 最大垂直扫描范围: $\pm 20^\circ$ 。

天线的包络方向图定义如下，其中 φ 是相对方位角（°）：

$$G(\varphi) = \begin{cases} 30 & \text{dBi} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 20 \\ 30 - 0.56(\varphi - 20)^2 & \text{dBi} & \text{对于} & 20 \leq \varphi < 25 \\ 16 & \text{dBi} & \text{对于} & 25 \leq \varphi < 29 \\ 39.86 - 25 \log(\varphi - 20) & \text{dBi} & \text{对于} & 29 \leq \varphi < 68 \\ -2.17 & \text{dBi} & \text{对于} & 68 \leq \varphi \leq 180 \end{cases}$$

3.2 其他特性

3.2.1 发射

- 峰值 e.i.r.p.: 70 dBW
- 脉冲重复频率: 800 Hz
- 脉冲宽度: 2 μ s
- 脉冲 3.5 dB 带宽: 0.5 MHz。

3.2.2 接收

- 典型天线增益: 30 dBi
- 典型噪声系数: 8 dB。

4 雷达传感和测量系统 (RSMS)

使用 15 GHz 雷达技术的测量技术特别适合于包括直升机在内的较小飞机,它具有紧凑、轻便、有好的天线方向性的设备以及比许多运行中的无线电导航应用(由于传播或其他原因在较低频率上不能适用)更能满足要求的性能等优点。对于高度测量模式中的使用,此较高的频段便于系统设计,如较低的交叉耦合和不存在三角测量效应,这对于非常低的(度量)间隔的准确测量尤其重要。对于某些操作应用,它们给出了仅仅是可行的技术解决方案。

使用这些技术的系统广泛使用在对飞机操作的安全性作重要贡献的世界的一些部分。高度和地面距离的测量当用于协助着陆的最后阶段时是飞机操作中最关键的参数之一。高的准确性和无干扰操作对成功和安全性的加强是非常重要的。

RSMS 主要使用在低于约 1 500 m 标称高度的低层操作。垂直向上发射和接收的一个天线支架使用在绝大多数应用中。采用功率随高于地形的高度成比例地降低来减小散射和其他不希望的影响。

4.1 RSMS 特性

4.1.1 发射机

- 频率范围: 15.63-15.65 GHz
- 峰值功率: 30 dBmW
- 天线增益: 13 dBi, 后瓣 < 5 dBi
- PRF (脉冲重复频率): 58 kHz
- 脉冲长度(最大): 500 ns
- 占空周期(最大): 3%
- 脉冲 3.5 dB 带宽: 2 MHz。

4.1.2 接收机

- 天线增益：13 dBi，后瓣< 5 dBi
- 噪声系数：6 dB。

附 件 2

15.4-15.7 GHz 频段内航空无线电导航业务的辐射准则及 与 MSS 馈电链路（地球到空间）的共用可行性

1 引言

保护非 GSO 卫星免受不能接受的干扰的一个基本办法是设立对来自航空无线电导航站 e.i.r.p. 的最大限值和来自馈电链路地球站辐射的最小 e.i.r.p. 限值。

作为选择，只设立对航空无线电导航站的最大 e.i.r.p. 限值，它定义了馈电链路必须能工作的干扰环境。此选择在于比较简单并允许对馈电链路设计和操作有最大自由度等方面显得更有吸引力。此方法在下一节中介绍。

这些方法中的任一种对于消除协调的需要来说都是一种有效的途径。协调对于此情形不切实际。

2 航空无线电导航系统的特性

在此频段内工作的几个系统已经被标识。这包括在陆地和船只上使用的在飞机着陆区用于飞机和其他运载工具的检测、定位和移动的地面雷达（SBR）、ALS，MPR 和 RSMS。这些系统的天线方向图在确定作为仰角的一个函数的 e.i.r.p. 时是一个重要的因素。天线包络增益方向图和其他有关特性在附件 1 中给出。

3 分析

3.1 对数字载波的脉冲干扰

第 4/4 任务组研究了雷达对数字载波的干扰。测量是对工作在 1×10^{-6} 误比特率（BER）的 3/4 率前向纠错（FEC）编码的 QPSK 数字载波在一个大范围的雷达脉冲重复频率（PRF）（1-100 kHz）和占空周期 d ，（0.01%-100%）及从 2 Mbit/s 到 45 Mbit/s 的数据速率上进行的。由测量数据开发了一个经验方程式，它能用来把峰值脉冲式雷达 e.i.r.p. E_p ，与一个有效 e.i.r.p.， E_{eff} 即会产生相同干扰电平的一个

e.i.r.p.关联连起来（见 ITU-R S.1068 建议书）。实际的平均 e.i.r.p., E_{ave} 等于峰值 e.i.r.p 乘以占空周期。在这些条件下，经验方程式为：

$$E_{eff} = E_p - 15 \log(1 + 0.5(PRF / d)) \quad \text{dBW} \quad (1)$$

其中 PRF 是以 kHz 为单位而 d 是以百分比为单位。

由于脉冲宽度 PW 等于 (d / PRF) ，方程式 (1) 可以表示为：

$$E_{eff} = E_p - 15 \log(1 + 5 / PW) \quad \text{dBW} \quad (2)$$

其中 PW 是以微秒为单位。

以一个 $[(\sin x) / x]^2$ 功率谱密度函数，峰值功率密度比在 $2/PW$ 带宽上平均的功率密度高约 3.5 dB。3.5 dB 带宽 (BW) (MHz) 接近为 $1 / PW$ 。据此，对小于 $1 / PW$ 的馈电链路载波带宽 (BW) (MHz) 的有效 e.i.r.p.密度 E_{eff} / MHz 为：

$$E_{eff} / \text{MHz} = E_p - 10 \log(2 / PW) + 3.5 - 15 \log(1 + 5 / PW) \quad \text{dBW} \quad (3)$$

并且对 (BW) 等于或大于 $(1 / PW)$ ，在 (BW) 上平均的 (E_{eff} / MHz) 为：

$$E_{eff} / \text{MHz} = E_p - 10 \log(2 / PW) + 3.5 - 15 \log(1 + 5 / PW) - 10 \log [(BW)(PW)] \quad \text{dBW} \quad (4)$$

3.2 航空无线电导航站的辐射极限

SBR 能够容纳在频段 15.63-15.7 GHz 中。通过把 15.45-15.65 GHz 频段偏移到 15.43-15.63 GHz。对地球到空间方向上的馈电链路的干扰不必考虑。

MPR 的主要工作区是在海洋上空，在大部分情形中，它在馈电链路地球站的协调距离之外，因而，不需要与馈电链路地球站协调。这样，15.4-15.7 GHz 频段的 MPR 的工作即使使用地理限制仍将被允许（见附件 3）。RSMS 当前工作在 15.4-15.7 GHz 频段并且也可能使用地理限制。

用于方程式 (2)、(3) 和 (4) 的关于 ALS、MPR 和 RSMS 航空无线电导航系统的参数值在附件 1 中与天线包络增益函数一起给出。根据此信息，E 的值可以作为仰角的一个函数而予以计算。峰值 e.i.r.p. 和 PW 受方程式 (2)、(3) 和 (4) 的限制。仰角 ϕ 是以度为单位。

3.2.1 ALS E_{eff} 极限

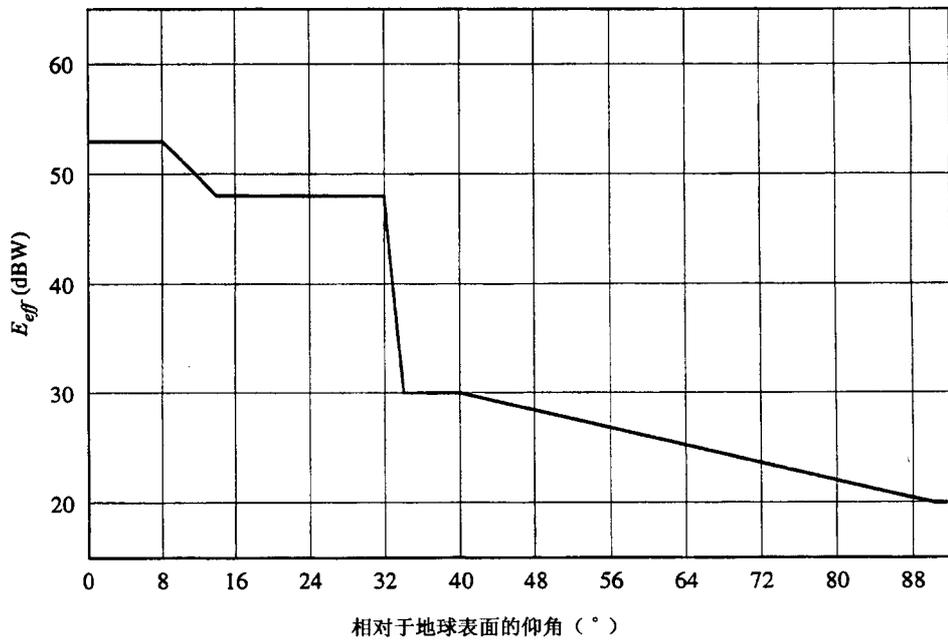
对大于 3 MHz 的馈电链路载波带宽:

$$E_{eff} = \begin{cases} 53 & \text{dBW} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 8 \\ 53 - 0.833(\varphi - 8) & \text{dBW} & \text{对于} & 8 \leq \varphi < 14 \\ 48 & \text{dBW} & \text{对于} & 14 \leq \varphi < 32 \\ 48 - 9(\varphi - 32) & \text{dBW} & \text{对于} & 32 \leq \varphi < 34 \\ 30 & \text{dBW} & \text{对于} & 34 \leq \varphi < 40 \\ 30 - 0.2(\varphi - 40) & \text{dBW} & \text{对于} & 40 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

此函数如图 1 所示。

图 1

ALS 有效 e.i.r.p. E_{eff} 极限



1340-01

3.2.2 MPR E_{eff} 极限

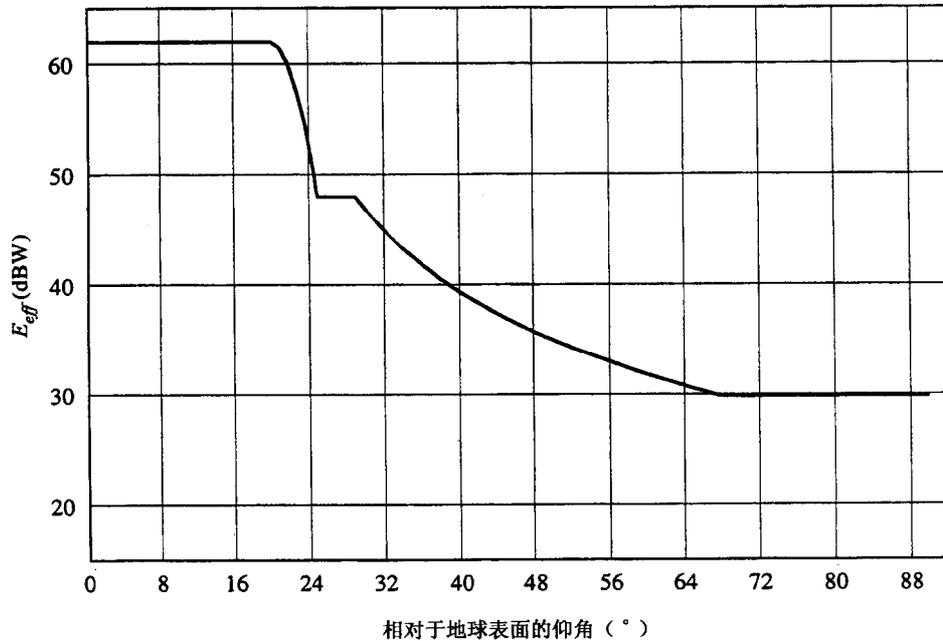
对大于 1 MHz 的馈电链路载波带宽:

$$E_{eff} = \begin{cases} 62 & \text{dBW} & \text{对于} & 0 \leq \varphi < 20 \\ 62 - 0.56(\varphi - 20)^2 & \text{dBW} & \text{对于} & 20 \leq \varphi < 25 \\ 48 & \text{dBW} & \text{对于} & 25 \leq \varphi < 29 \\ 71.86 - 25 \log(\varphi - 20) & \text{dBW} & \text{对于} & 29 \leq \varphi < 68 \\ 29.8 & \text{dBW} & \text{对于} & 68 \leq \varphi \leq 90 \end{cases}$$

此函数如图 2 所示。

仰角高于 0° 的 RSMS 的 E_{eff} 为 -13.1 dBW。

图 2

MPR 有效 e.i.r.p. E_{eff} 极限

1340-02

3.3 对馈线链路上行通路 e.i.r.p. 的影响

对航空无线电导航站引起的上行通路干扰的防护可以通过提供足够的地球站上行通路 e.i.r.p. 来达到。

对于干扰一个 3/4 率 FEC QPSK 载波的情况，根据 3.1 节中描述的测量方法，与 1×10^{-6} 的 BER 对应的载波与干扰比 C/I 约为 9 dB。此 C/I 是对于来自其他源的干扰不太显著的条件。由于一个无线电导航站正在工作且其天线的 -3 dB 轮廓线与一颗卫星正连在一起的时间百分比非常低，假设对于此小时间百分比 9 dB 的 C/I 是能够忍受的。对于一条未编码的 QPSK 载波， C/I 约为 12 dB。

通过假设在任何一个时间只有一种类型的一项会发生，就能计算出克服这些作为馈电链路载波带宽的函数的干扰包络所需的上行通路 e.i.r.p.。通常，在印到 70 dBW 范围内的 e.i.r.p. 值可能是需要的。

4 摘要

- § 3.2 中给出的有效 e.i.r.p. 极限与现有的航空无线电导航系统的营运是一致的。
- 规定必须由 MSS 馈电链路接受的最大干扰环境, 给了馈电链路设计者和运行者最大限度的灵活性来满足它们的业务要求并且消除了可能在规定最小 e.i.r.p. 中涉及到的规定轨道高度、卫星天线方向图等任何需要。
- 为在 § 3.3 中给出的地球到空间方向上最大干扰环境中工作所需的最小馈电链路地球站 e.i.r.p. 是容易实现的。

附 件 3

运行在地球到空间方向上的 MSS 中的馈电链路地球站与航空无线电 导航业务站之间在 15.4-15.7 GHz 频段内的协调距离

1 航空无线电导航系统特性

在此频段内工作的几个系统已经被标识。这包括飞机着陆控制系统 (ALS) 和机载多用途雷达 (MPR)。确定协调距离所必需的特性和分析在下节中给出。

2 协调距离

2.1 分析

确保运行航空无线电导航业务的站不受 MSS 馈电链路地球站干扰所必需的协调距离 D_c , 按照下面各段中所示的方法计算。

$$D_c = D_{fst} + D_{oth} + D_{as} \quad \text{km} \quad (5)$$

其中:

D_{fst} : 总的无线电视线距离 (km)

D_{oth} : 与超过水平损耗所需的相对应的水平距离 (km)

D_{as} : 从飞机到着陆面的距离 (km) (适用于 ALS 和 RSMS)

$$D_{fst} = (2r h_1)^{0.5} + (2r h_2)^{0.5} \quad \text{km} \quad (6)$$

其中：

r ：地球半径，取几何尺寸的 4/3 以考虑大气折射（8 500 km）

h_1 ：ARNS S 站高度（km）

h_2 ：馈电链路地球站高度（km）

$$L_{oth} = E_{esd} + 168.6 - L_{fsl} + G/T - I/N \quad \text{dB} \quad (7)$$

其中：

L_{oth} ：加在 L_{fsl} 上的水平面上的传播损耗(dB)(此函数在下面及图 1 中给出,它是从 ITU-R P.528 建议书关于 15 GHz 的 5% 函数导出的；即损耗超过 95% 的时间)（dB）

E_{esd} ：指向水平的馈电链路地球站最大 e.i.r.p. 密度（这取为 54 dB（W/MHz））

L_{fsl} ：对 D_{fsl} 计算的自由空间损耗（dB）

G/T ：ARNS 站的增益/噪声温度（dB）

I/N ：ARNS 站的能接受的干扰/噪声（dB）。

作为 D_{oth} 的函数的 L_{oth} 的值在表 1 中指出。

表 1

D_{oth} (km)	L_{oth} (dB)	D_{oth} (km)	L_{oth} (dB)	D_{oth} (km)	L_{oth} (dB)
0	0	175	78	350	104
25	24	200	82	375	107
50	45	225	86	400	110
75	57	250	90	425	113
100	64	275	94	450	116
125	69	300	98	475	118
150	74	325	101	500	120

对于已给出的那些 L_{oth} 值之间的值， D_{oth} 的值可以由下式外推：

$$D_{oth} = D_{ith} + 25[(L_{oth} - L_{ith})/(L_{jth} - L_{ith})] \quad \text{km} \quad (8)$$

其中：

L_{ith} ：表 1 中 L_{oth} 的下个较低值，根据由方程式（7）确定的 L_{oth}

L_{jth} ：表 1 中 L_{oth} 的下个较高值，根据由方程式（7）确定的 L_{oth} 。

2.2 计算的协调距离

给定方程式和计算方法加上§ 2.1中的某些参数值和其他必要的参数值,计算出的协调值在表2中指出。

表 2

参数	ALS	MPR	RSMS
h_1 (km)	7.6	15	1.5
h_2 (km)	0.01	0.01	0.01
D_{fsl} (km)	372	518	172.7
D_{as} (km)	100	0	40
L_{fsl} (dB)	167.7	170.6	160.9
G/T (dB)	-22.7	-2.0	-24.4
I/N (dB)	-10	-10	-10
L_{oth} (dB)	42.2	60	47.3
D_{oth} (km)	46.7	85.7	54.8
D_c (km)	518.7	603.7	267.5

对于 MPR 可以使用 600 km 的协调距离。主导的 MPR 操作模式是在海洋区上空,在大部分情形中将处在馈电链路地球站的 600 km 之外而这不需要协调。如果馈电链路地球站处在内陆,海洋上空的协调区将增强。

2.3 地球站极限的降低

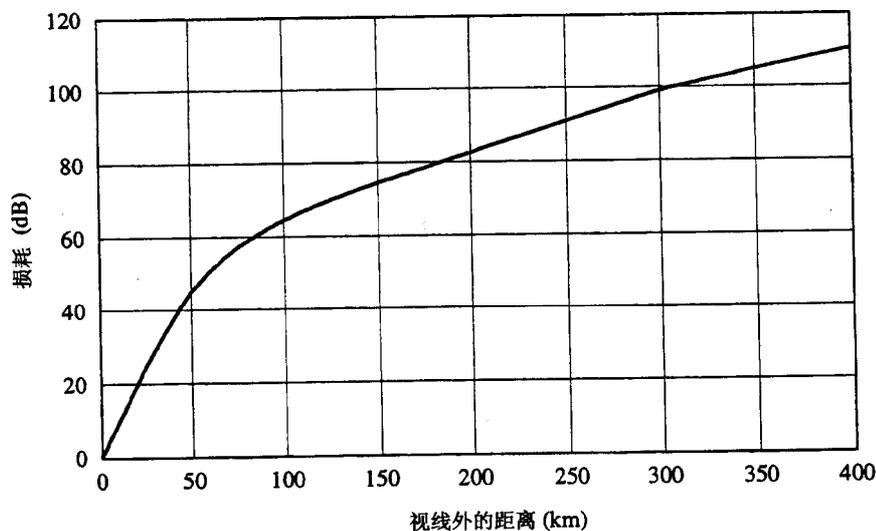
降低指向馈电链路地球站地平线的最大 e.i.r.p.密度的极限将减小协调距离。使用图 3 中的函数,协调距离与 E_{esd} 的关系曲线就如表 3 中所指出。

表 3

E_{esd} (dB (W/MHz))	ALS (km)	MPR (km)	RSMS (km)
54	519	604	268
44	507	573	254
34	495	561	242
24	485	549	231

显然，对于长的视线距离的 ALS、MPR 和 RSMS 的协调距离对发向地平线的 e.i.r.p. 密度不是很敏感。

图 3
在视距自由空间损耗上加的损耗



1340-03

3 摘要

- 一个馈电链路地球站在本地水平面上的最大辐射应该限制于 54 dB (W/MHz)。
- 根据此限制，需要约 515 km 的协调门限距离来保护运行航空无线电导航业务的 ALS 站免受来自馈电链路地球站辐射的不能接受的干扰。对于 MPR 此协调门限距离约为 600 km 而对于 RSMS 约为 270 km。
- 通过降低最大可允许的来自馈电链路地球站的辐射并不能明显地减小对于 ALS、MPR 和 RSMS 的协调门限距离。

上述方法可以与其他缓解技术结合使用以使协调时的间隔距离最小。

4 减小协调距离中间隔距离的缓解因子

下列事项应予以考虑,这对于处在协调距离内的运行地球到空间方向的馈电链路地球站来说是需要的:

- 典型地,馈电链路地球站将具有小于 1° 的天线波束宽度并且在高于 5° 的仰角运行。这将降低指向航空无线电导航站的 e.i.r.p 从而减小间隔距离。
 - 如果 ALS 飞机着陆控制系统的水平扫描极限没有包含指向馈电链路地球站的方位,则飞机着陆控制系统所在的空域不与馈电链路地球站成一直线,这能够潜在地减小间隔距离达 100 km。
 - 为了在航空无线电导航站方向上提供额外的隔离,使用了在馈电链路地球站天线周围专门建造的一个土墩。
 - 可以考虑馈电链路地球站的地理位置以利用自然地形阻挡,而这将增加传播路径损耗。
 - 当飞机处在飞机着陆控制系统的空域中并且正在使用着陆控制系统时,任何的飞机天线会存在鉴别力。
-