

ITU-R M.1828建议书

**5 GHz附近频带限于飞行测试遥测发射的航空移动业务
航空器电台的技术和操作要求**

(2007年)

范围

本建议书规定限于飞行测试遥测发射的航空移动业务航空器电台的技术和操作要求，各主管部门应将其作为在全球范围内使用的、有关航空器电台一致性要求的技术导则。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 目前已设计并将在近期开始运行各种在技术和操作方面不尽相同的、限于飞行测试遥测发射的航空移动业务（AMS）系统；
- b) 若干国家和国际规则及细则均对航空器电台的操作做了规定，包括以令人满意的方式遵守相互认可的技术标准和操作要求；
- c) 有必要明确有关航空器电台一致性测试的技术和操作要求；
- d) 确定航空器电台的技术和操作要求将为促进各国和国际方面进行航空器电台的一致性测试以及制定相互认可的、有关航空器电台一致性的协议提供共同的技术基础；
- e) 相关的技术和操作要求需在无线电设备的复杂性和无线电频谱的有效使用间达成能够令人接受的平衡，

亦考虑到

- a) 5 150-5 250 MHz频带已划分给同为主要业务的航空无线电导航、卫星固定（地对空）和移动业务；
- b) 必须充分保护5 030-5 250 MHz频带的所有主要业务；
- c) WRC-03通过了有关实施无线接入系统（WAS）（包括无线局域网（RLAN））的移动业务对5 150-5 250 MHz频带使用的第229号决议；
- d) ITU-R确定的5 030-5 250 MHz频带内航空器电台的技术和操作特性应避免对其它业务产生无法接受的干扰；

- e) 相关的技术和操作特性应能够得到持续不断和准确地测量和控制；
- f) 5 030-5 150 MHz频带划分给了作为主要业务的航空无线电导航业务；
- g) 在支持遥测的航空移动业务（AMS）发射机和微波着陆系统（MLS）接收机之间形成足够的距离间隔可以使MLS得到保护；
- h) ITU-R目前正在制定有关ITU-R M.1829建议书所述方法的使用指南，
认识到
 - a) 为实现准确进场和着陆，5 030-5 150 MHz频带将用于国际标准的微波着陆系统（MLS）的操作；按照《无线电规则》第5.444款的规定，该系统须优先于该频带内的其它业务，
建议
 - 1 附件1和2给出的有关5 GHz频带内限于飞行测试遥测发射的AMS航空器电台的技术和
操作要求应作为各主管部门促进该业务与其它业务实现兼容的导则；
 - 2 限于飞行测试遥测发射并在一个AMS网络内同时发射的所有AMS航空器电台应使用
不重叠频谱。

附件1

5 GHz附近频带限于飞行测试遥测发射的航空移动业务 航空器电台的技术和操作要求

A部分

有关保护5 091-5 250 MHz频带内 卫星固定业务网络（FSS）的基本要求

5 091-5 250 MHz频带内AMS航空器电台的设计方法应确保FSS航天器（使用全地球覆盖接收天线）卫星轨道上的一个航空器电台发射机的功率通量密度限于-138 dB(W/(m² · 1.23 MHz))。

接收机输入端可容忍的最大1% $\Delta T_s/T_s$ 集合干扰电平为 $I_{Agg-Rec}$ ：

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 20 \text{ dB} = -160.3 \text{ dB(W / 1.23 MHz)}$$

其中：

K ：玻尔兹曼常数（ $1.38 \text{ e-}23$ ）

T ：代表接收机噪声温度：550K

B ：接收机带宽：1.23 MHz。

因此在卫星接收天线输入端，一个ATM发射机产生的最大pfd电平为：

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(21) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -160.3 - 4 + 2.9 + 1 - 13.2 + 35.6 \\ &= -138 \text{ dBW}/(\text{m}^2 \times 1.23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

其中：

G_r ：FSS接收天线增益

21：在FSS接收带宽中同时发射的AMT电台最大数量。

注1 – 上述有关pfd的限值为在自由空间传播条件下获得的数值。

注2 – 采用附件2 A部分描述的方法，可通过上述pfd数值推导出e.i.r.p保护值。还可以考虑简化最终得出的e.i.r.p保护值。

注3 – 上述限值相当于 $-198.9 \text{ dB(W}/(\text{m}^2 \cdot \text{Hz}))$ 。

注4 – 确定本节所述pfd限值的基础是确保由AMT操作产生的FSS卫星（即 $\Delta T_{sat}/T_{sat}$ ）噪声温度增长不超过1%。该方法设想在FSS卫星的视区内同时有21个同频道AMT发射机在工作。

B部分

有关保护5 150-5 250 MHz频带内移动业务的基本要求

下述基本要求仅旨在提供技术导则。

5 150-5 250 MHz频带内限于飞行测试网络遥测发射的AMS系统航空器电台发射对地球表面产生的最大pfd不应超过 $-79.4 \text{ dB(W}/(\text{m}^2 \cdot 20 \text{ MHz})) - G_r(\theta)$ 。

为保护移动业务，主管部门可以采用不同于本节所述的、更为严格的AMS技术和操作要求。如果采用不同于制定本导则时所构想的参数，则需对其展开进一步研究。

$G_r(\theta)$ 表示移动业务接收机天线方向图与仰角 θ 之间的关系，具体为：

无线接入系统仰角天线方向图

仰角 θ (度)	增益 (dBi)
$45 < \theta \leq 90$	-4
$35 < \theta \leq 45$	-3
$0 < \theta \leq 35$	0
$-15 < \theta \leq 0$	-1
$-30 < \theta \leq -15$	-4
$-60 < \theta \leq -30$	-6
$-90 < \theta \leq -60$	-5

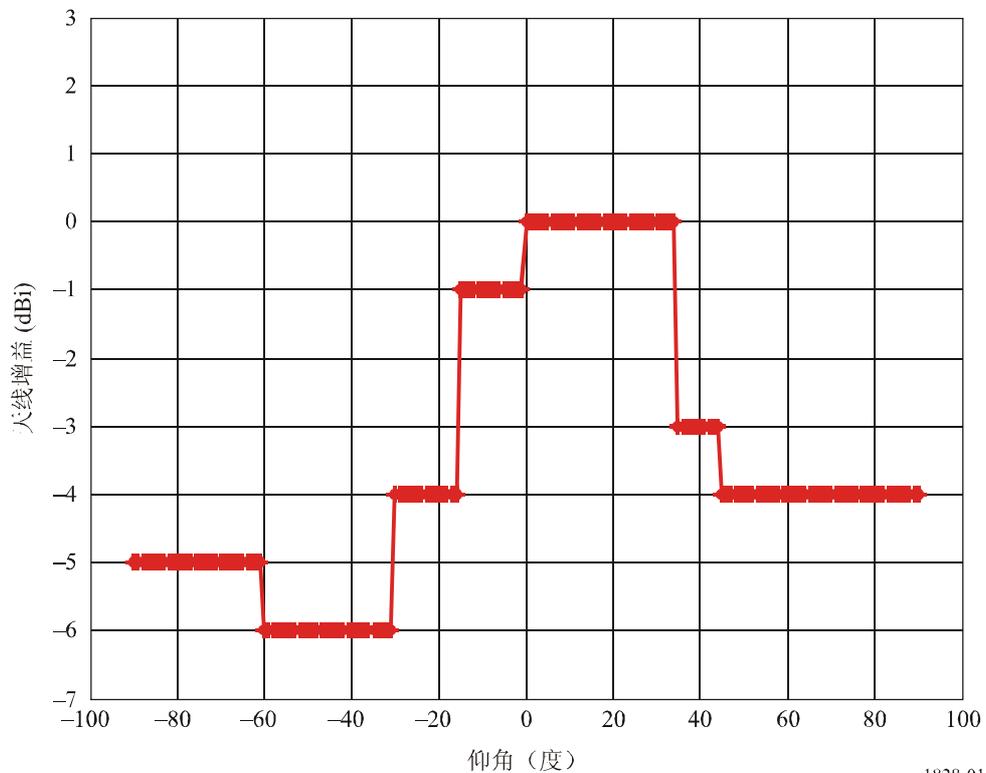
其中：

$G_r(\theta)$ ：相对于各向同性天线的增益（dBi）

θ ：相对于最大增益角的仰角绝对值（度）

图1

移动业务接收机天线方向图



1828-01

注5 – 上述有关pfd和到达角的限值为在自由空间传播条件下获得的数值。

注6—采用附件2 B部分描述的方法，可通过上述pfd保护值推导出e.i.r.p保护值。还可以考虑简化最终得出的e.i.r.p保护值。

C部分

有关保护5 091-5 150 MHz频带内航空移动（route）业务（AM(R)S）的基本要求

本共用研究考虑的、基于IEEE 802.16e标准和ITU-R建议书的（AM(R)S）接收机特性如下：

- 保护标准：I/N.为-6 dB（如ITU-R M.1739建议书所述，相当于减少了5%的距离）。
- 接收机噪声因素：10 dB。
- 实施损耗：5 dB。
- 建筑物损耗：0 dB（室外使用）。
- 接收机带宽：20 MHz。
- 天线方向图：分析采用的（AM(R)S）接收机天线增益与仰角方向图之间的关系源于ITU-R F.1336-1建议书并由图2显示。所设想的峰值增益为6 dBi。

5 091-5 150 MHz频带内限于飞行测试网络遥测发射的AMS系统航空器电台发射对地球表面产生的最大pfd不应超过 $-89.4 \text{ dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 20 \text{ MHz})) - G_r(\theta)$ 。

$G_r(\theta)$ 表示移动业务接收机天线方向图与仰角 θ 之间的关系，具体为：

$$G_r(\theta) = \max[G_1(\theta), G_2(\theta)]$$

$$G_1(\theta) = 6 - 12 \left(\frac{\theta}{27} \right)^2$$

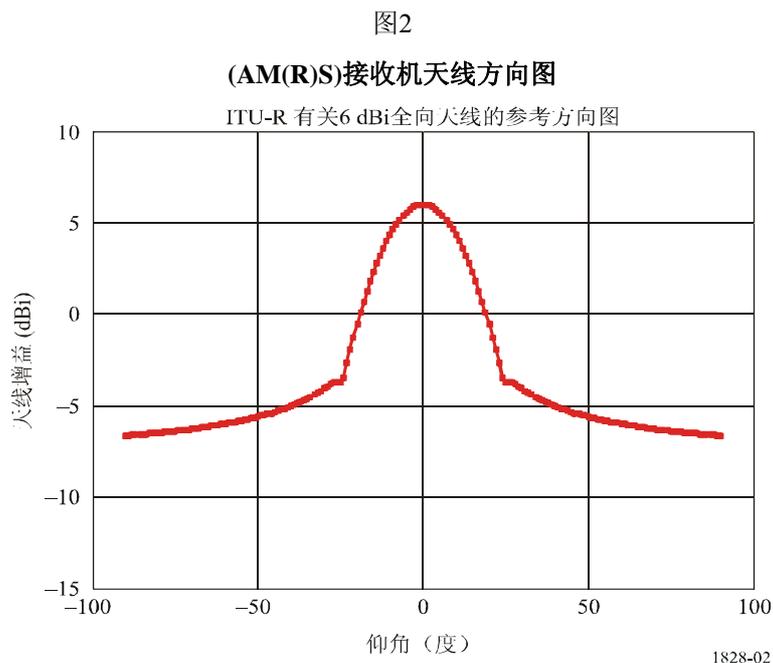
$$G_2(\theta) = -6 + 10 \log \left[\left(\max \left\{ \frac{|\theta|}{27}, 1 \right\} \right)^{-1.5} + 0.7 \right]$$

其中：

$G(\theta)$ ：相对于各向同性天线的增益（dBi）

θ ：仰角的绝对值（度）

pfd和最终的EIRP保护值为临时性数值，需要在（AM(R)S）得到更全面发展时予以确认。



注7 – 上述有关pfd和到达角的限值为在自由空间传播条件下获得的数值。

注8 – 采用附件2 B部分描述的方法，可通过上述pfd保护值推导出e.i.r.p保护值。还可以考虑简化最终得出的e.i.r.p保护值。

D部分

有关保护5 030-5 150 MHz频带内 航空无线电导航业务的基本要求

如果运营微波着陆系统和运营AMT系统的主管部门之间需要进行双边协调，亦考虑到 h) 段所述的ITU-R建议书有助于开展双边讨论。

E部分

有关保护5 091-5 150 MHz频带内航空安全应用的基本要求

相关研究表明，如果AMS(AS)和AMS(AMT)系统不在重叠频率上操作，则可以实现频率兼容性，因此不必要提出有关保护AMS(AS)应用的基本要求。

然而我们需要进一步对在重叠频率上进行的操作做出研究。

附件2

通过pfd限值推导e.i.r.p保护值

A部分

通过pfd限值推导上半球的e.i.r.p.保护值

在对限于飞行测试遥测发射的AMS设备进行测试以确定其是否符合特定pfd限值（如附件1 A部分所述的限值）时，确定可用于测试的等效e.i.r.p.的保护值可能十分有益。

可以采用数学方法通过pfd限值确定上半球的e.i.r.p.保护值-e.i.r.p. (θ, H)，其中 θ 是高于本地水平面的角度， H 是航空器的高度。该转换分为两步，首先， θ 被转换为卫星 γ 处低于水平面的等效角度，然后确定高于水平面角度 θ 的传播路径长度，并用于计算路径的扩展损耗和最终的e.i.r.p.

步骤 1: 通过 θ 和 H 计算卫星 γ 处低于水平面的角度（度）：

$$\gamma = \arccos \left((R_e + H) \times \frac{\cos(\theta)}{(R_e + H_{Sat})} \right)$$

其中：

θ : 航空器电台处高于水平面的角度

R_e : 地球半径（6378公里）

H : 航空器高度（公里）

H_{Sat} : FSS卫星高度（公里）

γ : 卫星处低于水平面的角度。

步骤 2: 通过已确定的pfd限值计算e.i.r.p.数值：

$$d = \left((R_e + H)^2 + (R_e + H_{Sat})^2 - 2(R_e + H)(R_e + H_{Sat})\cos(\gamma - \theta) \right)^{1/2}$$

$$\text{e.i.r.p.}(\theta, H) = \text{pfd} + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60$$

其中：

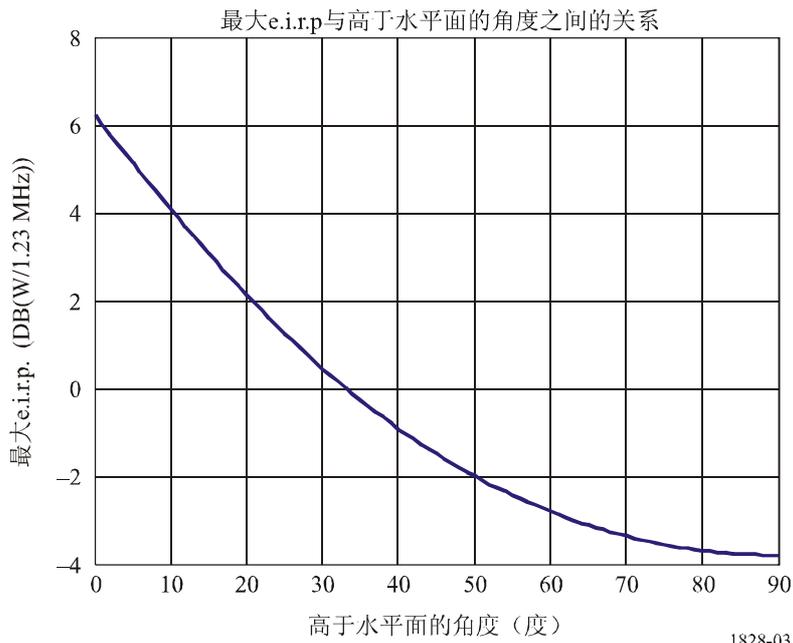
d : 航空器电台与被考虑的地球表面点之间的距离（公里）

pfd: pfd限值(dB(W/(m² · MHz)))

e.i.r.p.: (dB(W/MHz))。

图3 根据附件1 A部分给出的pfd限值显示高度为12公里的航空器的这一函数，在该示例中， H_{Sat} 被设定为1 414公里。

图3



B部分

通过pfd限值推导下半球的e.i.r.p.保护值

在对限于飞行测试遥测发射的AMS设备进行测试以确定其是否符合特定pfd限值（如附件1 B部分所述的限值）时，确定可用于测试的等效e.i.r.p.的保护值可能十分有益。

可以采用数学方法通过pfd限值确定e.i.r.p.保护值-e.i.r.p.(γ, H)，其中 γ 是低于本地水平面的角度， H 是航空器的高度。该转换分为两步，首先， γ 被转换为等效到达角 θ ，然后确定到达角 θ 的传播路径长度，并用于计算路径的扩展损耗和最终的e.i.r.p.

步骤 1: 通过 γ 和 H 计算到达角 θ （度）：

$$\theta = \arccos((R_e + H) \cos(\gamma)/R_e)$$

其中：

- θ : 到达角
- R_e : 地球半径（6378公里）
- H : 航空器高度（公里）
- γ : 低于水平面的角度。

注1 – 如果反余弦（arccos）函数的变元超过1， γ 角方向的传播路径不会与地球相交，在这种情况下（ γ 的数值为3.5°或更低），不存在 θ 的数值，因此没有确定的pfd保护值数值。

步骤 2: 通过已确定的pfd限值计算e.i.r.p数值:

$$d = (R_e^2 + (R_e + H)^2 - 2 R_e (R_e + H) \cos(\gamma - \theta))^{1/2}$$

$$e.i.r.p.(\gamma, H) = pfd + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60$$

其中:

- d : 航空器电台与被考虑的地球表面点之间的距离 (公里)
- pfd: pfd限值(dB(W/(m² · MHz)))
- e.i.r.p.: (dB(W/MHz))。

图4 根据附件1 B部分给出的pfd限值显示各种高度的航空器的这一函数。

