

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.1652-1 建议书

(05/2011)

**旨在保护5GHz频段无线电测定
业务而对无线局域网在内的
无线接入系统进行
动态频率选择**

M系列

**移动、无线电测定、业余
无线电以及相关卫星业务**



国际电信联盟

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
2011年，日内瓦

ITU-R M.1652-1建议书

旨在保护5 GHz频段无线电测定业务而对无线电局域网在内的无线接入系统进行动态频率选择*

(ITU-R 212/5号课题)

(2003-2011年)

范围

本建议书规定了动态频率选择（DFS）作为一项抑制技术在包括无线电局域网（RLAN）在内的无线接入系统（WAS）中予以实施以促进与无线电测定业务共用 5GHz 频段的相关要求。附件 1 明确了检测、操作和响应要求。其它附件介绍了相应的方法和信息，可供各主管部门在开展雷达和包括 RLAN 在内的 WAS 之间的共用研究时使用。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 协调移动业务在 5 150-5 350 MHz 和 5 470-5 725 MHz 频段内的频率使用将有助于引入包括无线局域网(RLAN)在内的无线接入系统(WAS)；
- b) 有必要保护在 5 250-5 350 和 5 470-5 725 MHz 频段内工作的无线电测定业务的雷达；
- c) 许多主管部门大量部署了地基的气象雷达，支持重要的气象业务；
- d) ITU-R M.1461 建议书给定了分析雷达和其它业务系统兼容性的程序和方法；
- e) ITU-R M.1638 建议书给定了工作在 5 470-5 650 MHz 等频段内的无线电定位、无线电导航和气象雷达（包括水上无线电导航雷达）的代表性技术和操作特性；
- f) ITU-R M.1450 建议书描述的包括 RLAN 在内的 WAS 既可在室内，也可在室外操作；
- g) ITU-R M.2034 报告研究与 WAS 性能有关的特定 DFS 检测要求的影响问题，

* 动态频率选择是本建议书以来描述可以检测和避免与雷达系统同信道干扰的抑制技术的一般术语。

认识到

- a) 5 250-5 350 MHz频段作为主要业务划分给无线电定位业务；5 250-5 350 MHz频段也作为主要业务划分给卫星地球检测业务 (EESS)（有源）；
- b) 5 470-5 650 MHz频段作为主要业务划分给水上无线电导航业务；
- c) 5 350-5 650 MHz频段作为次要业务划分给无线电定位业务；
- d) 允许用于气象用途的地基雷达在5 600-5 650 MHz频段内，在与水上无线电导航业务台站平等的基础上进行操作；
- e) 5 650-5 725 MHz频段作为主要业务划分给无线电定位业务；
- f) 主管部门可与可能受影响的主管部门协商，在制定适用于在WAS中采用DFS的导则时考虑实际雷达部署的详细信息，

注意到

- a) 无线电测定业务的雷达很高的射频功率和接收机灵敏度以及包括RLAN在内的WAS预期很高的密度，在一般情况下，如果没有干扰抑制技术，包括RLAN在内的WAS与雷达不能在同信道实现兼容性操作；
- b) 包括RLAN在内的WAS可在这些频段以免执照设备的方式部署，使得控制其部署密度更加困难；
- c) RLAN规范有各种标准；
- d) 主管部门可考虑必要程序，以确认干扰避免机制的功能在雷达系统确实在该频段部署时是否可以正常工作，

建议

- 1 为促进与雷达的共用，在5 GHz中雷达使用的频段，包括RLAN在内的WAS应采用附件1中所述的抑制技术；
- 2 抑制技术应遵循附件1第2段中给定的检测、操作和响应要求；
- 3 当主管部门进行雷达与包括RLAN在内的WAS之间的共用研究时，可采用附件4、5、6和7中给定的方法。

注1 – ITU-R M.2115报告提供了关于建议2所述要求的研究结果的进一步信息，该报告介绍了不同主管部门和/或区域性集团已有的DFS要求符合性测试程序。

附件1

为保护5 GHz频段无线电测定业务而对RLAN在内的 WAS采用动态频率选择

1 引言

1.1 DFS

在移动业务的 WAS¹与无线电测定业务在 5 250-5 350 和 5 470-5 725 MHz 频段共用的可行性研究中，链路预算的计算表明需要干扰抑制技术以实现 WAS 与诸如雷达系统的其它业务共用。本附件描述了 5 GHz RLAN 标准中所述的干扰抑制技术 DFS²以及基于典型实施的性能计算。

工作在5 GHz的WAS和雷达当工作在相同频率且进入对方范围内时，将会产生干扰。

DFS被用于：

- 确保在卫星视场下，在整个WAS可用频谱上扩散加载，以降低从WAS至FSS（馈线链路）和EESS（有源）卫星的集总发射电平；
- 避免与其它系统，尤其是雷达的同信道操作。

此处所述DFS使用的扩展使得WAS可以避免与无线电测定业务的干扰。采用的一般原则是WAS应检测干扰，确定雷达干扰信号，并且不使用雷达已经占用的频率。

1.2 针对雷达采用DFS的目的

在WAS中采用DFS的目的是为5 GHz频段的雷达提供足够的保护。在检测雷达信号的基础上，通过避免使用或闲置已被确定为雷达设备所占用的信道的方式，可以达成上述目的。

本附件中，为决定DFS特性而采用的关于5 GHz范围内无线电测定系统的讨论可参见附件3。

雷达检测机制和WAS采用程序的实施不属于本附件的范畴，其主要原因是：

- WAS的设计影响到实施；
- 实际的经验可能会形成比现今更具创新性、更有效的方法；
- 不同的生产厂商可能选择不同的实施方案，以最低的成本获得特定水平的性能；因此在规则文件中应只给出性能标准，而不是特定机制的规格指标。

¹ 本建议书通篇所述的“WAS”一词指“包括RLAN在内的无线接入系统”。

² 在5 GHz RLAN标准中所述的DFS特征原先用于在未协调的RLAN组件间抑制干扰，并为高容量、高比特率的数据传输提供优化的频谱效率。

2 DFS 性能要求

DFS 性能要求以对检测到的干扰信号的响应形式表示。

5 GHz WAS应满足以下检测和响应要求。

是否遵守标准的核实程序应包括在RLAN的相关工业标准中。

2.1 检测要求

对于最大e.i.r.p.< 200 mW 的设备，DFS机制应可以检测到最小DFS检测门限为-62 dBm以上的干扰信号；对于1微秒内平均最大e.i.r.p.在 200 mW至1 W³之间的设备，DFS机制应可以检测到最小DFS检测门限为-64 dBm以上的干扰信号。

将之定义为接收信号强度(RSS)（单位为dBm），归一化为0 dBi接收天线的输出，这是要求在WAS信道带宽内检测到的数值。

2.2 操作要求

WAS应可以执行信道可用度检查：在该项检查中，WAS对某一无线信道监听60秒钟，以确认该无线信道是否有雷达在工作。

WAS应可以执行在线监测：监测正在工作的信道以检查同信道的雷达尚未转移至或开始在WAS的范围内开始工作。在线监测期间，雷达检测功能持续地在正常的WAS发射间隔内搜索雷达信号。这要求在连续的WAS发射间留有静噪间隙（见附件4）。

如果WAS先前未工作或未持续利用在线监测功能监测信道，则在完成信道可用度检查前，不得在任何信道开始发射。

2.3 响应要求

一个通过信道可用度检查或在线监测方式被标记为包含雷达信号的信道，在30分钟内（禁止占用期）不得被WAS设备使用，以保护扫描雷达。该禁止占用期应始于检测到雷达信号之时。

此外，在5 600-5 650 MHz频段，如果一个信道被标记为包含雷达，需要在使用该信道前对这个被标记的信道进行持续10分钟的监测。否则，应需要其它诸如信道排除等适当的方法。

信道转移时间定义为WAS检测到DFS检测门限之上的干扰信号后，停止工作信道上所有的发射需要的10秒时间。该期间内的发射将包括通常100毫秒以下以及检测到雷达信号之后最多200毫秒的正常业务。此外，可在剩余时间内发送间歇性管理和控制信号，以协助腾空工作信道。间歇性管理和控制信号的集总时间通常小于20毫秒。

³ 在实践中，不一定每个设备都要配备完全的DFS功能，但前提是这样的设备只能在一个可以确保所有DFS要求都已得到满足的设备的控制下才可以发射。

2.4 要求摘要

表1提供了上述要求的摘要。附件2给出了操作程序的一个范例。

表 1

参数	数值
DFS检测门限	-62 dBm, 对于最大e.i.r.p. < 200 mW 的设备, 以及 -64 dBm, 对于1微秒内平均最大e.i.r.p.在 200 mW至1 W之间的设备
信道可用度检查时间	60 秒
禁止占用期	30 分钟
信道转移时间	≤ 10 秒

附件2

雷达检测和相关DFS程序的范例

本附件给定了如何描述DFS机制的一个范例。

1 定义

给定了以下用于本建议书的定义：

可用信道： 信道可用度检查确定没有雷达工作的无线信道。

接收雷达信号： 拥有如下特征的信号：

- 接收信号强度在WAS信道带宽内等于或大于DFS检测门限电平 T_{DFS} (dBm)；
- 脉冲重复率介于200-4 000 脉冲/秒之间；
- 标称脉冲宽度介于1-20 μ s之间。

工作信道： 当WAS开始在可用信道工作后，该信道则成为工作信道。

2 程序

2.1 寻找可用的起始信道

如果在WAS发射前没有找到可用信道，WAS应在利用一个无线信道进行发射前，对其进行信道可用度检查。相应地，当安装了一个网络并第一次启动时，应进行信道可用度检查，以求找到至少一个可用的信道。确定了一个可用信道后，WAS可在该信道开始工作；检查其它信道以确定是否可用是可选项。

2.2 开始工作

一旦WAS开始在某一个可用信道工作后，该信道则成为工作信道。

2.3 监测工作信道

WAS执行在线监测以再次检查可能进入WAS范围或开始在该工作信道工作的同信道雷达信号。

3 实施方面

3.1 检测雷达信号

雷达信号随时可能出现，也有可能已在有同信道WAS信号的时候出现。

当寻找可用的起始信道时，WAS不会工作，这就保证了可靠而迅速地检测任何雷达信号，但旋转特别缓慢的雷达可能要排除在外。但是，在线监测将会检测到这些雷达的信号。

在线监测过程中，雷达检测功能在正常的WAS发射中或发射之间持续地搜寻雷达信号图象。对于接收到的较弱雷达信号，可能需要更长的时间进行雷达信号检测。这一点已反映在附件1的要求中。

3.1.1 检测跳频雷达

跳频雷达工作在很宽的频率范围内，工作频率变化迅速。

WAS进行可靠检测所需的时间随着雷达脉冲特性的变化而变化。对于跳频雷达的情况，雷达占用WAS信道的的时间（驻留时间）也影响到检测的概率。

其结果为以下之一：

- 如果驻留时间足够长，DFS检测到雷达信号(见附件 4)且WAS在现有信道停止发射。
- 如果驻留时间很短，取决于驻留期间的脉冲数量，WAS在工作信道检测到雷达的概率可能受到影响。

3.1.2 门限和天线增益

检测门限定义为以dBm为单位且归一化为0 dBi接收天线的输出。如果WAS采用更高增益的天线， T_{DFS} 电平中应加上天线增益。

3.1.3 杂散发射

WAS与雷达杂散发射间的相互作用所产生的影响如何确定，需进一步研究。

3.2 信道转移时间

检测到检测门限之上的信号后，DFS程序要求广播命令以停止所有的工作发射并开始向已被信道可用度检查确定为可用的一个信道（或信道之一）转移。该命令的广播将重复数次以确保所有成员设备皆已收到。WAS的部分设备可停留在所谓的“休眠模式”，该模式中的设备通常在几百毫秒间隔后重新“苏醒”，但在极端情况下，这种间隔可长达60秒。尽管如此，在信道转移时间内，命令的广播需要重复数次以确保所有的WAS设备将实际离开该信道。

附件3

无线电定位、水上无线电导航 和气象雷达特性的使用

ITU-R M.1638 建议书给出了部分工作在 5 250-5 350 MHz 和 5 470-5 725 MHz 频段之间气象、无线电定位和水上无线电导航雷达的特性。这些信息用于决定将在 WAS 中应用的 DFS 机制的技术要求。要在雷达使用的这些频段引入移动业务的 WAS，这些信息被认为是必要的。在制定 DFS 特性的过程中尤其考虑了 ITU-R M.1638 建议书中列出的 A-S 类型的雷达。

ITU-R M.1638 建议书中的表 1 给出了 5 GHz 频段内无线电测定业务的频率划分。

附件4

计算包括RLAN在内的WAS设备在5 GHz频段 利用DFS在线监测期间检测无线电 测定系统概率的参数和方法

以下方法研究工作在5 GHz 的WAS设备在在线监测期间成功检测到工作在5 GHz的雷达的概率。

第一步：确定单个的设备位于雷达天线主瓣（即3 dB 波束宽度/天线扫描速度）的时间量。表3确定了用于本研究的雷达基线参数。分析时间为基于雷达天线方向图和扫描速度的一次扫描中，WAS位于雷达主瓣之内的时间。

表 2

雷达	C	K	P	S
3 dB 波束宽度（度）	0.95	2.5	2.6	2
扫描速度（度/秒）	36	不适用	72	20
分析时间（毫秒）	26	100	36	100

第二步：C、K、P和S雷达代表着更严格的情况，可用于定义与雷达特性文件中所有雷达共用的情形。K雷达不具备360°扫描的功能。

第三步：基于采用表3中数据率和分组长度分布的WAS设备的分布，创建一个代表WAS发射时间以及长度为 $(x) \cdot 9 + 50$ ms 监听时间的波形，其中 x 是2-32之间的任何一个随机整数（即31种离散的可能期间，均匀分布）。

表 3

RLAN发射时间的加权

分组大小 (字节)	权	数据速率 (Mbit/s)	权
64	0.6	6	0.1
538	0.2	12	0.1
1 500	0.2	18	0.1
		24	0.3
		36	0.3
		54	0.1

采用表3中分组大小和发射数据速率的权，随机选择，创建一个WAS分组发射，发射波形，然后按照“分组大小/（数据速率 $\times 8$ ）”计算发射时间。每一个分组后附以WAS网络所要求的静噪期，以促进使用网络的多个设备对接入媒介（即WAS信道）的共用。静噪期可用于在线监测。静噪期的选择如上所述。然后以同样的方法创建另一个随机分组，并附以另一个静噪期。重复以上步骤直至波形的持续时间与第一步中WAS设备位于天线主瓣的时间相等。

第四步：根据所分析雷达的脉冲重复频率(PRR)和脉冲宽度创建一个波形。所采用的基线数值如表4所述。波形的持续时间同于第一步所计算的结果。

表 4

确定检测概率的雷达基线数值

雷达	C	K	P	S
脉冲宽度(μs)	0.95	1	20	1
PRR (pps)	200	3 000	500	200

第五步：通过判断仿真的雷达波形的雷达脉冲是否与仿真的WAS网络波形的监听期保持一致来确定是否检测成功。

第六步：重复上述仿真多次，记录检测成功和不成功的次数，并以此计算检测的概率（即在仿真中认为检测到雷达脉冲的比例）。

第七步： n 次循环的检测概率：

p ：一次循环的检测概率

p_n ： n 次循环的检测概率

$$p_n = 1 - (1 - p)^n。$$

附件5

采用链路预算计算方法评估5 GHz频段内单个WAS设备 与无线电测定业务系统的干扰

1 背景

本附件处理来自单个WAS的干扰情况。本附件中计算所得的数值用于集结建模的起始数据（见附件6），以确定检测门限。

2 方法

本附件中所述的计算基于链路预算分析。由链路预算分析确定门限，假定单个的WAS设备的发射可以干扰雷达时，一定达到了该门限电平（即在雷达接收机的WAS信号超过了雷达干扰电平容限）。该结论基于在路径和雷达之间传播路径对称的假设。

这种基于链路预算的方法适用于研究一个WAS和一个雷达的静态情况，它基于ITU-R SM.337和ITU-R M.1461建议书，适用于DFS这个特定情形。

3 针对ITU-R M.1638建议书中的雷达类型，基于链路预算的计算

单个WAS设备的发射到雷达接收机的最大允许干扰电平的确定基于ITU-R M.1461建议书，该建议书指出该电平应低于 $N + (I/N)$ ，其中 N 是雷达接收机的固有噪声电平， I/N 为干噪比（ITU-R M.1461和ITU-R M.1638建议书中取值为 -6 dB）。

本附件的附录1给出了计算表格。根据该表格，如果忽略J雷达，在这些条件下，必要的检测门限等于 -52 dB时才能保护雷达不受单个WAS干扰。

4 对于某些新型雷达，基于链路预算的计算

除ITU-R M.1638建议书中所述的雷达外，近期一些主管部门在1区还部署了两种新型雷达。已提供了部分参数用于链路预算计算。这些参数见本附件的附录2。

根据计算结果，看起来确保被研究的雷达不受单个1 W的WAS设备的干扰，其必要的检测门限等于 -62 dBm。

5 可变检测门限的可能性

本附件中的计算假设了单个室外WAS的e.i.r.p为1 W，这是单个干扰源分析的最坏情况。有观点认为e.i.r.p.为1W的WAS不代表大多数部署的WAS。

因此，可能引入可变检测门限的方法，即检测门限随WAS的e.i.r.p.电平变化而变化。根据本附件中采用的方法，检测门限与WAS的e.i.r.p.成一定比例。

根据本附件中针对单个WAS设备情形而采用的方法，检测门限与WAS的e.i.r.p.成比例。

综上所述，如果，一个1 W的WAS设备必须检测到 $-N$ dBm以上的雷达，则对于200 mW的WAS设备，相应的门限可设为 $-(N - 7)$ dBm。

6 WAS结构对检测门限的影响

对于集中式的WAS结构，可以预见将由网络或小区中一个特定的设备控制DFS。也可能发生雷达和网络或小区中设备的传播路径损耗存在很大差异的情况，这样雷达与检测设备之间的传播路径呈对称状态的假设就不能成立了。

主管部门应考虑采取适当的措施，确保单个网络中的每一个WAS设备不会干扰雷达。

附件5的
附录1

基于ITU-R M.1638建议书中雷达的链路预算而进行的检测门限计算

特性	A	C	E	F	G	H1	H2	H	H	J	K	L	M	N	O	P	Q
功能	气象	仪表	仪表	仪表	仪表	仪表	地面与空中搜索	地面与空中搜索									
平台类型	地基/船载	地基	地基	地基	船载	船载											
进入天线的峰值发射 (Tx) 功率 (kW)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	2.25	250	2 800	1 200	1 000	165	360	285
接收机IF _{3, dB} 带宽 (MHz)	0.5	20	0.91	0.6	0.5	0.7	4	0.1	3	10	1	4.8	4	8	8	1.5	10
天线极化	垂直 (V)	水平 (H)	垂直/左圆	垂直/左圆	垂直/左圆	垂直/左圆	垂直/左圆	H	H								
天线主瓣增益(dBi)	39	44	50	40	40	50	50	50	50	35	38.3	54	47	45.9	42	28	30
天线高度 (m)	30	10	30	30	30	30	30	30	30	10							
雷达e.i.r.p. (dBm)	123.0	128.0	134.0	124.0	124.0	134.0	134.0	134.0	134.0	98.5	122.3	148.5	137.8	135.9	124.2	113.6	114.5
接收机噪声值 (dB)	7	4	2.3	3	3	3.5	3.5	1.5	1.5	3	6	5	5	11	5	5	10
$N = k T B F$ (dBm)	-110.0	-97.0	-112.1	-113.2	-114.0	-112.0	-104.5	-122.5	-107.7	-101.0	-108.0	-102.2	-103.0	-93.9	-99.9	-107.2	-94.0
$N - 6$ dB	-116.0	-103.0	-118.1	-119.2	-120.0	-118.0	-110.5	-128.5	-113.7	-107.0	-114.0	-108.2	-109.0	-99.9	-105.9	-113.2	-100.0
室外e.i.r.p. (dBm)	30																
TPC (dB)	0																
带宽(MHz)	18																
天线增益 (全向) (dBi)	0																

10 log (Brad/BWAS)	-15.6	0.5	-13.0	-14.8	-15.6	-14.1	-6.5	-22.6	-7.8	-2.6	-12.6	-5.7	-6.5	-3.5	-3.5	-10.8	-2.6
	185.0	177.0	198.1	189.2	190.0	198.0	190.5	208.5	193.7	172.0	182.3	192.2	186.0	175.8	177.9	171.2	160.0
雷达接收机收到的WAS信号的链路预算 $N - 6$ dB	169.4	177.0	185.1	174.4	174.4	183.9	183.9	185.9	185.9	169.4	169.7	186.4	179.4	172.3	174.4	160.4	157.4
必要检测门限	-46.4	-49.0	-51.1	-50.4	-50.4	-49.9	-49.9	-51.9	-51.9	-70.9	-47.4	-38.0	-41.6	-36.4	-50.2	-46.9	-42.9

附件5的
附录2

基于1区部分主管部门部署的新型雷达的链路预算
而进行的检测门限计算

雷达	功能	空中搜索
	平台类型	地基/车载
	进入天线的峰值发射功率 (kW)	15
	接收机IF _{3 dB} 带宽 (MHz)	4
	天线极化	V
	天线主瓣增益 (dBi)	35
	天线高度 (m)	10
	e.i.r.p. (dBm)	106.8
	接收机噪声值 (dB)	5
	$N = k T B F$ (dBm)	-103
	$N - 6$ dB	-109
WAS	室外e.i.r.p. (dBm)	30
	TPC (dB)	0
	带宽 (MHz)	18
	天线增益 (全向) (dBi)	0

$10 \log (\text{Brad}/\text{BWAS})$	-6.5
雷达接收机收到的 WAS 信号的 传输损耗 $N - 6$ dB (dB)	175.0
	168.4
必要的检测门限 (dBm)	-61.7

应注意到该表中假设了e.i.r.p.为1 W的单个WAS，这在WAS部署的e.i.r.p. 统计分布中可能是最高的功率数值（如附件6中表6所述）。如果考虑一个较低的e.i.r.p.(< 100 mW)， T_{DFS} 将相应地增加10 dB。

附件6

用于包括RLAN 在内的WAS与无线电测定系统在5 GHz频段
进行集总干扰研究的参数和方法

对于确定DFS参数的研究，应采用以下考虑因素定义基线情境：

- 在干扰计算中采用ITU-R M.1461建议书。
- 采用了本附件附录1中的雷达天线方向图。
- 采用了本附件附录2中的WAS天线方向图。
- 在共用研究中采用了检测概率（见附件4），以确定进入雷达的集总干扰。每一步骤间隔都设定了概率。
- 采用了1°的步骤间隔。
- 采用了三个同心圆定义表5所述的WAS部署情况。包括高度在内的每一容积区域应采用各区均匀的设备分布。

表 5

WAS用户分布

	城区	郊区	农村地区
距中心的半径 (km)	0-4	4-12	12-25
WAS用户 (%)	60	30	10
建筑物高度 (m)	30	6	6

- 采用了在给定时间，共有2 753个WAS设备与一个无线电测定系统同信道工作的情形。
- 采用了表6中的WAS功率分布。

表 6

WAS 功率分布

功率电平	1 W	200 mW	100 mW	50 mW
WAS 用户 (%)	5	25	40	30

- 跟踪雷达设定为开始状态是随机放置，起始角度随机选择，然后直接过顶移向相反的地平线。
- 水上雷达设定为从农村地区的地平线开始，跟踪至城区的中心。
- 机载雷达设定为从农村地区的地平线开始，跟踪至城区的中心。

– 研究集中于以下的雷达：

ITU-R M.1638建议书定义的C、I、K、P和S雷达。

- 对于地基雷达，在确定至每一个WAS设备的传输路径损耗时，采用了随机的传输因子，取值为20至35 $\log D$ 。此外，也采用了随机的建筑物/地形传输衰减，取值为0- 20 dB。在确定这些数值时，采用了均匀分布。
- 对于机载雷达，自由空间损耗为+17 dB。
- 对于水上雷达，自由空间损耗为+0至20 dB。
- 采用了平滑的地球视距内计算。任何视距外的WAS设备则被忽略不计。

附件6的 附录1

目前国际电联没有现成的雷达天线参考方向图，因此以下提供的只是作为基线参考。采用了一个统计学的增益天线模型来确定方位角和仰角方位组合中的雷达天线增益。对于给定主瓣天线增益(G)，该模型给定了作为离轴角(θ)函数的天线增益。该模式包括了针对很高增益、高增益和中等增益的单独算法，分别对应着增益为48 dBi、22-48 dBi以及10-22 dBi的天线。图1显示了天线增益的一般分布形式。表7给定了 θ_M （第一旁瓣层）角、 θ_R （近旁瓣区）角和 θ_B （远旁瓣区）角的等式。作为离轴角函数的天线增益，表8给定了很高增益天线的增益值，表9给定了高增益天线的增益值，表10给定了中等增益天线的增益值。角度 θ 的单位为度，所有增益值表示为相对于全向天线的分贝数(dBi)。

图 1

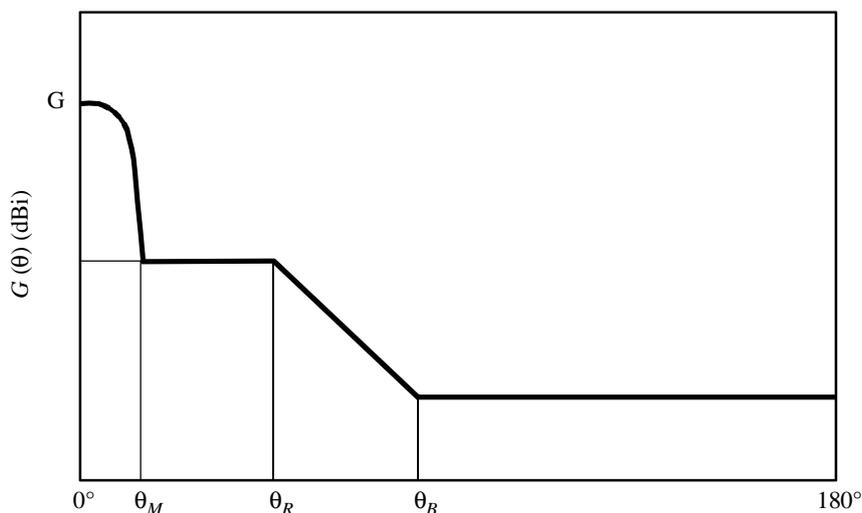


表 7
角度定义

很高增益 ($G > 48$ dBi)	高增益 ($22 < G < 48$ dBi)	中等增益 ($10 < G < 22$ dBi)
$\theta_M = 50 (0.25 G + 7)^{0.5} / 10^{G/20}$ $\theta_R = 27.466 10^{-0.3G/10}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50 (0.25 G + 7)^{0.5} / 10^{G/20}$ $\theta_R = 250 / 10^{G/20}$ $\theta_B = 48$	$\theta_M = 50 (0.25 G + 7)^{0.5} / 10^{G/20}$ $\theta_R = 250 / 10^{G/20}$ $\theta_B = 131.8257 10^{-G/50}$

表 8
用于很高增益天线的等式 ($G > 48$ dBi)

间隔角 (度)	增益 (dBi)
0 - θ_M	$G - 4 \times 10^{-4} (10^{G/10}) \theta^2$
$\theta_M - \theta_R$	$0.75 G - 7$
$\theta_R - \theta_B$	$29 - 25 \log(\theta)$
$\theta_B - 180$	-13

表 9
用于高增益天线的等式 ($22 < G < 48$ dBi)

间隔角 (度)	增益 (dBi)
0 - θ_M	$G - 4 \times 10^{-4} (10^{G/10}) \theta^2$
$\theta_M - \theta_R$	$0.75 G - 7$
$\theta_R - \theta_B$	$53 - (G/2) - 25 \log(\theta)$
$\theta_B - 180$	$11 - G/2$

表 10
用于中等增益天线的等式 ($10 < G < 22$ dBi)

间隔角 (度)	增益 (dBi)
0 - θ_M	$G - 4 \times 10^{-4} (10^{G/10}) \theta^2$
$\theta_M - \theta_R$	$0.75 G - 7$
$\theta_R - \theta_B$	$53 - (G/2) - 25 \log(\theta)$
$\theta_B - 180$	0

附件6的 附录2

WAS天线方向图

WAS天线方向图在方位角方向上是全向的。WAS在仰角方向上的天线方向图通过检查WAS的天线方向图确定。使用的方向图见表11。应注意到，使用有方向性的WAS天线，即使e.i.r.p.相同，其对无线电测定接收机的干扰可能会减小。但是，如果发生主瓣—主瓣耦合，则对WAS接收机的干扰会显著增加。

表 11

WAS仰角天线方向图

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

为使绝大多数设备辐射1W的e.i.r.p.，通常需要6 dBi的天线增益。根据ITU-R F.1336建议书，对于该方向图，给定了以下的描述：

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

$$G_1(\theta) = G_0 - 12 \left(\frac{\theta}{\theta_3} \right)^2$$

$$G_2(\theta) = G_0 - 12 + 10 \log \left[\left(\max \left\{ \frac{|\theta|}{\theta_3}, 1 \right\} \right)^{-1.5} + k \right]$$

$$\theta_3 = 107.6 \times 10^{-0.1G_0}$$

其中：

$G(\theta)$ ： 天线增益 (dBi)

θ ： 仰角 (度)

$k = 0.5$

$G_0 = 6$ dBi。

附件7

干扰评估结果分析和DFS门限值的建议

针对相应的5 GHz雷达，给出了采用附件5和附件6中的方法，即分别仿真来自一个WAS设备的静态干扰和来自WAS的部署而对一个受影响的雷达接收机的集总干扰，进行仿真所得结果的摘要。

表12显示了附件5中来自单个WAS干扰情况时的计算结果。

表 12

由附件5的计算所得的数值

附件5中的雷达	附件5中的链路预算分析	对于1 W 设备, -62 dBm
		对于0.2W 设备, -55 dBm
		对于0.1 W 设备, -52 dBm

表13显示了根据集总干扰建模计算的结果，要求的保护门限电平的摘要。

表 13

要求的保护门限电平

雷达类型	仿真情境	DFS保护门限(T_{DFS}) (注1)
旋转雷达A、C、E、F、G、H、I、J。 雷达P和Q	同附件6中的标准状态	-52 dBm以及雷达系统采用适当的操作性措施
雷达I	同附件6，但雷达高度介于500至1 000米之间	-62 dBm
雷达S	同附件6中的标准状态	见注2
雷达K	同附件6中的标准状态	-67 dBm
	同附件6，但人口密度减半	-64 dBm
	同附件6，但所有设备为50 mW	-62 dBm

注1 – 假设 WAS接收天线增益规一化为0 dBi。

注2 – WAS与该型雷达的共用非常困难。基于基线结果的初步计算表明要求的DFS检测门限值需低于WAS设备的工作噪声底线以下。根据讨论的情况，这些系统仅限于军用飞机。各方同意在制定监测门限要求时不考虑这种情况。

关于采用参数和方法的说明

参数和方法的变化所带来的影响可归结为：

- a) 有源设备密度降低一半可将TDFS增加3 dB。同样地，将有源设备密度增加一倍可将TDFS降低3 dB。
 - b) 链路预算计算中单个干扰信号的发射功率对要求的保护门限有着直接的“dB至dB”的随动影响。在集总分析中，其影响取决于仿真中功率电平分布。
 - c) 在大部分情况下，集结建模中变量间的相互作用并不是直观的，因此单从一个变量的变化无法简单地得出结论。
-