

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.1640-1 建议书
(01/2018)

**33.4-36 GHz频段无线电测定业务
雷达共用研究的特性
和保护标准**

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
2018年，日内瓦

© 国际电联 2018

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R M.1640-1 建议书

**33.4-36 GHz频段无线电测定业务雷达
共用研究的特性和保护标准**

(ITU-R第213/7号课题和ITU-R第226/8号课题)

(2003-2018年)

范围

本建议书为33.4-36 GHz频段无线电测定系统提供技术特性和保护标准。本案文为资源文件，旨在为无线电测定业务和其他业务之间可能存在共用的领域的共用研究提供支持。

关键词

特性、保护标准、雷达、辐射成像仪、米波雷达、导引头、搜索雷达、跟踪雷达

缩略语/词汇表

- IF: 中频
RF: 射频
RR: 《无线电规则》
Rx: 接收
Tx: 发射

相关国际电联建议书和报告

ITU-R M.1461建议书 – 无线电测定业务雷达和其他业务系统间干扰可能性的确定程序

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 完成各自功能的雷达，其天线、信号传播、目标检测和大的必要带宽特性在某些频段是最佳的；
- b) 无线电测定雷达的技术特性由系统的取决于系统要完成的任务，即便在同一频段内也会有很大不同；
- c) 为确定将新型系统引进频段的可行性，需要了解雷达的典型技术和操作特性；
- d) ITU-R M.1461建议书提供了用于分析雷达和其他业务系统的兼容性的流程和方法；
- e) 无线电测定雷达在33.4-36 GHz频段运行；
- f) 33.4-34.2 GHz频段主要被分配给无线电定位业务；

- g) 34.2-34.7 GHz频段主要分配给无线电定位和空间研究（深空）（地对空）业务；
- h) 34.7-35.2 GHz频段主要分配给无线电定位业务，其次分配给空间研究业务；
- i) 35.2-35.5 GHz频段主要分配给气象辅助和无线电定位业务；
- j) 35.5-36 GHz频段主要分配给气象辅助、地球探测卫星（有源）、无线电定位和空间研究（有源）业务，

建议

- 1 附件1描述的无线电测定雷达的技术和操作特性应认为是那些在33.4-36 GHz频率范围内工作的雷达的典型代表；
- 2 在连续（非脉冲型）干扰的情况下， -6 dB的干扰信号功率与雷达接收机噪声功率电平之比 I/N 应作为通常用于共用研究的无线电定位系统所需的保护电平，包括33.4-36 GHz频率范围内的附件1表1的搜索和跟踪雷达（F）；
- 3 将使用以下标准进行附件1表1中的雷达（A-E）和其他业务系统在33.4-36 GHz频段的共用研究：
 - 对于辐射成像仪，短期保护标准应为 -137.8 dB(W/2 GHz)，不超过3 s；长期保护标准最多为 -144.8 dB(W/2 GHz)，不超过60 s；
 - 对于米波雷达和导引头，短期保护标准应为 -126.2 dB(W/6 MHz)，不超过5 s；长期保护标准最多为 -136.1 dB(W/6 MHz)，不超过60 s。

附件1

33.4-36 GHz频段无线电测定业务运行的 雷达的特性和保护标准

1 目的

本建议书中的特性和保护标准已提供给第712（WRC-2000）号和第730（WRC-2000）号决议下要求的共用研究使用，并用于评估在33.4-36 GHz频段操作的雷达和其他系统之间的兼容性。

2 技术特性

35 GHz和94 GHz附近的频率大致符合毫米波谱的大气吸收特性的头两个传播窗口，并且无线电测定业务中的系统需要使用这些频率以实现在毫米波长上可达到的高测量准确度以及目标分辨率。在这些频率附近的无线电测定业务中的无源和有源传感器均被用于绘图、目标识别、导航、瞄准点确定、测试范围测量等。表1总结了部署在这些频段内的典型系统的技术特性。这些信息在评估这些雷达与其它系统之间兼容性的一般计算中通常是足够的。

表1

频率在35 GHz附近的雷达的技术特性

参数	单位	雷达A	雷达B	雷达C	雷达D	雷达E	雷达F
使用		成像	成像	米波	米波	导引头	搜索和跟踪
传感器类型		无源	有源	有源	有源	有源	有源
调制		—	脉冲	脉冲	脉冲	线性调频	线性调频脉冲
压缩比		—	—	—	—	200	50
脉宽	μs	—	0.05	0.25	0.05	10	20
Tx峰值功率	kW	—	0.5	135	1	0.001	10
脉冲重复频率	kHz	—	30	1	50	10	10-30
射频带宽	MHz	—	80	10	101	12	2000
天线增益	dBi	35	30	52	51	28.7	52
波束宽度	度	0.5 × 3.0	0.75 × 10	0.25 × 0.25	0.5 × 0.5	4.4 × 4.4	0.25 × 0.25
Rx中频带宽	GHz	2	0.040	0.006	0.185	0.100	0.006
噪声温度	K	850	—	—	—	—	—
噪声指数	dB	—	4.5	10	10	5	4
Rx灵敏度	dBm	—	-81	-95	-78	-93	—
调谐		固定	固定	固定	跳频	固定	跳频

3 保护标准

以下段落规定了表1提供的地面无线电定位系统的短期干扰标准。

3.1 辐射成像仪

假设可忽略的系统增益变化，辐射成像系统的最低温度敏感性 ΔT 为：

$$\Delta T = \frac{T_A + T_r}{\sqrt{B \cdot t_i}} \quad (1)$$

其中：

T_A : 天线噪声温度

T_r : 接收器噪声温度

B : 射频带宽

t_i : 累计时间

辐射计阈值 ΔP 由以下方程得出：

$$\Delta P = k \Delta T B \quad (2)$$

其中 k 是波兹曼常数 = 1.38×10^{-23} ， ΔT 和 B 见上一步。通过方程(1)和(2)，我们发现带宽为 2 GHz、系统噪声温度为 850 K 以及累积时间为 1 ms 的辐射计的 $\Delta P = -137.8 \text{ dB(W/2 GHz)}$ 。

短期保护标准

考虑到这是一个不可能事件，操作员可以接受若干秒的严重降质图像。允许无用的信号电平接近辐射计的阈值会产生可容许的 $-137.8 \text{ dB (W/2 GHz)}$ 无用信号电平（不超过 3 s）。

长期保护标准

可考虑最多持续达 1 min 的程度较轻的降质。在这种情况下，降质对于操作员来说并不一定显而易见，但确实会造成图像分辨率的一些损耗。允许无用的信号电平达到辐射计阈值的 20% 会产生可容许的 $-144.8 \text{ dB (W/2 GHz)}$ 干扰电平（不超过 60 s）。

3.2 米波雷达和导引头

对于地面米波（测量）雷达和导引头来说，可注意到两个重要性能参数：角度精确度 σ_θ 和目标检测距离 R 是通过以下方程与接收 S/N 关联的：

$$\sigma_\theta \propto \frac{1}{\sqrt{S/N}} \quad (3)$$

$$R \propto \frac{1}{\sqrt[4]{S/N}} \quad (4)$$

在毫米波长范围上，相当小天线尺寸的窄带天线波束带宽和高角度精确度是可实现的。事实上，这一特性正是为何导弹导引头和测量雷达都是在这些频率范围内开发的主要原因。从方程(3)和(4)可以发现，雷达的角度精确度对于接收 S/N 的敏感度比对测试距离的敏感度高，因此这一性能参数可被用于确定允许的干扰电平¹。

与前一节成像系统的情况一样，可设定允许系统在出现无用信号（干扰）时降质的短期和长期标准。

考虑到这是一个不可能事件，极大降低系统性能的短期干扰只要时间够短是可能被操作员接受的。渐进地降低系统性能至对于操作员来说并非显而易见的程度的长期干扰是被允许的，否则只在规定时间内被接受。

短期保护标准

雷达 S/N 的降质将导致跟踪误差，这会使在更高频率操作的优势部分失效，并可能对雷达的任务造成重大影响。允许无用的信号达到雷达噪声电平（ $I/N = 0 \text{ dB}$ ）将导致角度误差增加 40%。可再次假设这一时长不到 5 s 的降质并非过分重要 — 考虑到这是不可能事件。这样，（使用表 1 中提供的最窄带宽的雷达）允许的无用信号电平在不超过 5 s 的时长内可达到 $126.2 \text{ dB(W/6 MHz)}$ 。

长期保护标准

¹ 为简单起见，在此假设干扰信号可被受害接收机认为是中频阶段的噪声功率增长。可能需要考虑雷达系统的实际反应，但这超过了这里的一般处理方式的范围。

雷达误差随着时间的日益增长而变得更加重要似乎是合理的。在长达1 min的时限内，应假设由于无用信号带来的角度误差应不超过5%。长期标准则允许-136.1 dB (W/6 MHz) 的无用信号电平（不超过60 s）。

3.3 搜索和跟踪雷达

对于搜索和跟踪雷达，干扰信号功率对雷达接收机噪声功率电平 I/N 的保护标准为-6 dB。
