

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**  
国际电联无线电通信部门

**ITU-R M.1462-1建议书**  
(01/2019)

**420-450 MHz频率范围无线电  
测定业务雷达的特性和保护标准**

**M系列**  
移动、无线电测定、业余无线电  
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/zh>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/zh>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	<b>移动、无线电测定、业余及相关卫星业务</b>
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	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  
2019年，日内瓦

©国际电联2019

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.1462-1建议书

**420-450 MHz频率范围无线电  
测定业务雷达的特性和保护标准**

(2000-2019年)

**范围**

本建议书具体阐述了420-450 MHz频率范围运行的无线电测定系统的技术和操作特性。这些参数将用作分析在无线电测定业务中运行的雷达与其他业务中运行的系统之间兼容性的指南。

**关键词**

雷达、特性、保护标准

**缩略语/术语**

IF: 中频

I/N: 干扰噪声比

RF: 射频

**相关的ITU-R建议书、报告**

ITU-R M.1372建议书 – 无线电测定业务雷达站对无线电频谱的有效利用

ITU-R M.1461建议书 – 无线电测定业务中运行的雷达和在其他业务中运行的系统之间的潜在干扰的确定程序

国际电联无线电通信全会，

**考虑到**

- a) 雷达的天线、信号传播、目标探测以及为完成其功能具有较大必要带宽的特性在某些频段内是优化的；
- b) 在无线电测定业务中运行的雷达的技术特性取决于系统的目标，且在统一频段内可能差别很大；
- c) 实现这些功能的传播和目标探测特性在某些频段是最佳的，而420-450 MHz对于远程（如空间）目标识别、跟踪和地面雷达编目特别有用。

**认识到**

- a) 420-450 MHz频段或其部分在全球范围内划分给固定、无线电测定、业余、地球探测卫星（有源）和移动业务使用，航空移动业务除外；
- b) 通过划分表的脚注，对在420-450 MHz频率范围内的频段进行其他划分，

### 注意

当按次要业务划分无线电测定业务时，可能需要应用缓解技术或操作措施来保护按主要业务划分的业务，

### 建议

- 1 附件1中描述的无线电测定系统的技术和操作特性应认为是，那些在420-450 MHz频率范围内运行的雷达的典型技术和操作特性；
- 2 ITU-R M.1461建议书应被用作分析在无线电测定业务中运行的雷达与其他业务中运行的系统之间兼容性的指南；
- 3 干扰信号功率至雷达接收机噪声功率级， $I/N$ 为-6 dB，应作为无线电测定系统所需的保护等级，如果存在多个干扰（见注1），则该 $I/N$ 代表净保护等级。
- 4 以下注应被视为本建议书的一部分。

注1 – 建议3中给出的保护标准不应适用于附件1中所述的空间物体跟踪雷达；这些雷达是高度敏感的雷达，不能容忍在探测范围内造成6%的衰减（相当于19%的监控量损失）。需要对这些雷达的兼容性进行专门研究。

## 附件1

### 420-450 MHz频段范围内运行的 无线电测定系统的技术和操作特性

#### 1 引言

在420-450 MHz频率范围内运行的高功率机载、船载和地面雷达的操作和技术特性在下面的小节中描述。

#### 2 420-450 MHz频率范围内运行的雷达的特性

以下段落提供了420-450 MHz频段的无线电测定系统的代表性特征。本附件中提供的信息足以进行通用计算，以评估这些雷达和其他系统之间的兼容性。

##### 2.1 地面雷达

420-450 MHz频段提供了独特的特性，是远程探测、识别和跟踪目标的理想选择。

雷达A利用高达5 MW的发射机输出功率和高天线增益对空间物体进行跟踪和编目。雷达连续运行，昼夜不停。他们从一个监控“围栏”上，以大约3°到60°的仰角，在120°的方位角范围内进行扫描。雷达接收机是非常敏感的，以检测来自外大气层和空间物体的返回。由于它们的特殊功能和必要的设计特点（例如非常大的天线阵），这些特殊的地面雷达并不

多，但由于它们的灵敏度和功能，它们值得特别的识别和保护。表1给出了雷达的特性，表2给出了许多雷达的被识别位置。

雷达B是一个在固定位置和车辆上可移动的完成高空监控和跟踪功能的系统。

雷达C是一种可移动系统，用于在雷达位置附近短距离内对移动物体进行地面和空中搜索。

表1

420-450 MHz频率范围内运行的地面雷达特性

参数	雷达A	雷达B	雷达C
应用	空间物体跟踪	高空监控	地面和空中搜索
部署区域	全球， 固定地点	全球， 固定地点和可移动区域	全球， 固定地点和可移动区域
调谐类型； 范围（MHz）	频率捷变； 420-450	频率捷变； 420-450	频率捷变； 420-450
峰值射频输出功率 （MW）	1-5	0.3	0.01
极化	圆极化	圆极化	线极化
脉冲持续时间（ms）	0.25、0.5、 1、2、4、8、 16	0.01-16	0.001-1
占空比（平均）（%）	25	1-25	1-10
脉冲频率调制	搜索： 100-350 kHz 啁啾信号 轨道：1或5 MHz线性啁啾	2 MHz线性啁啾	1或0.3 MHz线性啁啾
脉冲重复频率（Hz）	最多41	15-400	100-3 000
天线类型	平面阵列；直 径22+ m	相控阵	相控阵
相对地面雷达高度 （m）	15	5-20	5-10
天线增益（dBi）	38.5	28-40	10
天线扫描	3-85° 仰角； 每2个平面阵 列±60°方位 角，共240°方 位角扫描	扇形±60° 方位角扫 描，旋转或随机模式 3-85° 仰角	全向360° 方位角扫描
天线波束方位角宽度 （度）	2.2	一般1.8	80
天线波束仰角宽度 （度）	2.2	一般1.8	60

表1（结束）

参数	雷达A	雷达B	雷达C
接收机噪声温度（K）	≤ 450	≤ 435	≤ 435
噪声系数（dB）		≤ 2.5	≤ 2.5
接收机射频带宽（MHz）		30	30
接收机中频带宽（MHz）	1或5（看啁啾宽度）	2	1或0.3

表2

420-450MHz频率范围内运行的空间物体跟踪雷达的位置

雷达位置	纬度	经度
马萨诸塞州（美利坚合众国）	41.8°N	70.5°W
德克萨斯州（美利坚合众国）	31.0°N	100.6°W
加利福尼亚州（美利坚合众国）	39.1°N	121.5°W
佐治亚州（美利坚合众国）	32.6°N	83.6°W
佛罗里达州（美利坚合众国）	30.6°N	86.2°W
北达科他州（美利坚合众国）	48.7°N	97.9°W
阿拉斯加州（美利坚合众国）	64.3°N	149.2°W
图勒（格陵兰）	76.6°N	68.3°W
Fylingdales Moor（英国）	54.5°N	4.0°W

## 2.2 机载雷达

三组低频无线电测定频段（420-450 MHz、1 215-1 400 MHz和3 100-3 700 MHz）已经并将继续是机载雷达监控系统开发和运行的必要条件。这些系统在全球范围内运行，一旦运行就会被延长其预期的运行区域周期（从小时到天）。远程目标检测、获取和跟踪是了解和控制空中交通的基本功能。地面雷达极易受雷达视线的限制，在机载平台上使用远程雷达是扩展单个雷达能力的一种很好的方法。与地面空中监控雷达类似，机载雷达采用方位角旋转扫描，并通过电子扫描或相对较宽的仰角波束宽度在指定的仰角范围内进行扫描。雷达将可以在飞机上升和下降过程中，以及正常飞行高度过程中运行；飞机飞行高度上限约为9 km。表3给出了在420-450 MHz频段内运行的具有代表性的机载雷达系统的特性。

表3

420-450MHz频段范围内运行的机载雷达特性

参数	雷达1	雷达2
调谐类型：范围	固定频率或频率捷变： 420-450 MHz	频率捷变：420-450 MHz
峰值射频输出功率 (MW)	2	2.5
极化	水平极化	水平极化
脉冲持续时间 ( $\mu\text{s}$ )	1、2、4、8	30、35、100
脉冲调制	未调制脉冲	线性调频
脉冲重复率 (kHz)	0.1-2	最多3
天线类型	八木单元阵列或平面阵列	线性阵列
天线增益 (dBi)	22	19
天线扫描	$\pm 60^\circ$ 仰角（机械定位或电子扫描）； 在3-7 rpm时360°方位角	$\pm 45^\circ$ 固定仰角（电子扫描，机械固定）； 360°方位角
天线波束宽度	6-20°仰角（取决于扫描类型）；6°方位角	达到60°仰角 7°方位角
接收机噪声系数 (dB)	5	3
接收机中频带宽 (MHz)	1	33

### 2.3 船载雷达

船载监控雷达也在420-450 MHz频率范围内运行。它们通常在海上作业，但应在沿海水域和海军港口进行作业。与典型的监控雷达一样，该系统可以360°方位角扫描，而且操作是连续的。表4给出了420-450 MHz频段运行的典型船载雷达的特性。

表4

420-450 MHz频段范围内运行的船载雷达特性

参数	值
调谐类型：范围	固定频率：420-450 MHz
峰值射频输出功率（MW）	2
脉冲调制	未调制脉冲
天线增益（dBi）	30（主波束） 0（中值旁瓣）
发射机射频发射曲线	-3 dB      2 MHz -20 dB     3 MHz -70 dB     20 MHz
接收机中频选择性	-3 dB      2 MHz -103 dB    20 MHz
接收机噪声级别（dBW）	-136
天线类型	抛物面反射器

### 3 保护标准

来自其他业务的连续波或类噪声类型调制在无线电测定雷达上的去敏感效应，可断定与它的强度有关。这些干扰到达的任何方位角扇区、其功率频谱密度，在一个合理的近似值内，可简单地加到雷达接收机热噪声的功率频谱密度上。如果在没有干扰时雷达接收机噪声的功率频谱密度用 $N_0$ 来表示，而类噪声的干扰用 $I_0$ 表示，那么得出的有效噪声功率频谱密度就简单地变成 $I_0+N_0$ 。增加约1 dB就会造成很大的衰减，等效于探测距离减小约6%。这相当于 $(I+N)/N$ 比值增加1.26，或-6 dB的 $I/N$ 比值。当呈现多个干扰时，这表示的是多个干扰的集合效应；对一个单个干扰可允许 $I/N$ 的比值取决于干扰的数量和它们的几何位置，且需要对给出的情形在过程分析中做评估。如果从大多数方位角方向接收到连续波干扰，则需要保持较低的 $I/N$ 。

集合因子在某些部署大量台站的通信系统中可能非常重要。

脉冲型干扰的效应量化的难度更大且更多取决于接收机/处理器的设计和运行方式。有效目标回波信号通常是同步脉冲的有效目标返回的，干扰脉冲通常是异步的，这二者的差分处理增益尤其会对一定电平的脉冲型干扰的影响起重要的作用。这种灵敏度降低会引起几种不同形式的性能恶化。分析这种恶化是分析特殊类型雷达之间相互作用的一个目标。一般情况下，无线电测定雷达的很多特性是可预期抑制低占空比的脉冲型干扰的，特别是来自少数孤立源的。抑制低占空比脉冲型干扰的技术在ITU-R M.1372建议书 – 无线电测定业务雷达站对无线电频谱的有效利用中给出。