

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.1904-1 建议书
(09/2019)

**在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz
和1 559-1 610 MHz频段内运行的卫星
无线电导航业务 (空对空) 接收电台
的特性、性能要求和保护标准**

M 系列
移动、无线电测定、业余
及相关卫星业务



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 建议书系列

（可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余及相关卫星业务
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	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
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	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物
2020年，日内瓦

© 国际电联 2020

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

ITU-R M.1904-1 建议书

**在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内
运行的卫星无线电导航业务（空对空）接收电台的
特性、性能要求和保护标准**

（ITU-R 217-2/4和ITU-R 288/4号研究课题）

（2012-2019年）

范围

在本建议书中提出了卫星无线电导航业务（RNSS）星载接收机的特性和保护标准。此信息拟用于分析来自非卫星无线电导航业务辐射的射频干扰对在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内运行的空对空模式RNSS接收机的影响。

关键词

卫星无线电导航业务（RNSS）、保护标准、无线电频率干扰影响

缩略语/词汇表

AWGN	加性高斯白噪声
PDC	脉冲占空比
PNT	定位、导航和授时
PRF	脉冲重复频率
RHCP	右圆极化
SQPN	交错四相伪随机噪声
SQPSK	交错正交相移键控
SSC	频谱分离系数

相关国际电联建议书、报告

ITU-R M.1318-1建议书	卫星无线电导航业务以外其它无线电系统对1 164-1 215 MHz、1 215-1 300MHz、1 559-1 610 MHz和5 010-5 030 MHz频带的卫星导航业务系统和网络带来持续干扰的评估模型
ITU-R M.1787-3建议书	关于在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段运行的卫星无线电导航业务(空对地和空对空)系统和网络及发射空间电台技术特性的说明
ITU-R M.1901-1建议书	与1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz、1 559-1 610 MHz、5 000-5 010 MHz和5 010-5 030 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务系统和网络有关的ITU-R建议书指南
ITU-R M.1902-0建议书	在1 215-1 300 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务（空对地）接收地球站的特性和保护标准

ITU-R M.1903-0建议书	在1 559-1 610 MHz频段内操作的卫星无线电导航业务（空对地）的接收地球站和航空无线电导航业务的接收站的特点和保护标准
ITU-R M.1905-0建议书	在1 164-1 215 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务（空对地）接收地球站的特性和保护标准
ITU-R M.1906-1建议书	在5 000-5 010 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务（地对空）接收空间电台的特性和保护标准及发射地球站的特性
ITU-R M.2030-0建议书	非卫星无线电导航业务的相关无线电源对1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内卫星无线电导航业务系统和网络造成脉冲干扰的评估方法
ITU-R M.2031-1建议书	工作在5 010-5 030 MHz频段的卫星无线电导航业务（空对地）接收地球站的特性和保护标准及发射空间电台的特性

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 采用了在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内的已有或计划的卫星无线电导航业务传输，卫星无线电导航业务的星载接收机已经被各种卫星网络和系统运行在或者计划运行在航天器上；
- b) 卫星无线电导航业务在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段的下行发射还能够被用于空对空应用（例如，航天器定位），无需额外的频谱资源，

注意到

- a) ITU-R M.1787建议书提供了卫星无线电导航业务系统和网络信号特性的信息，而ITU-R M.1905、ITU-R M.1902和ITU-R M.1903建议书提供了用于卫星无线电导航业务系统和网络的卫星无线电导航业务接收机技术与性能特性的信息；
- b) ITU-R M.1901建议书为本建议书和其他与在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz、1 559-1 610 MHz、5 000-5 010 MHz和5 010-5 030 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务系统和网络相关的ITU-R建议书提供指导，

认识到

- a) 1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段在所有三个区域内划分给作为主要业务的卫星无线电导航业务（空对地和空对空）；
- b) 按照《无线电规则》第5.329A款，“使用在1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内工作的卫星无线电导航业务（空对空）系统不是为了提供安全业务应用，并不得对根据《频率划分表》工作的其他系统或其他业务附加任何限制”；
- c) 1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段在所有三个区域内亦划分给作为主要业务的其他业务，

建议

- 1 在附件1、附件2和附件3中给出的卫星无线电导航业务接收机特性和保护标准应该被用于分析来自非卫星无线电导航业务来源的射频干扰对在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内（空对空）运行的星载卫星无线电导航业务接收机的影响；
- 2 在附件中给出的集总干扰功率门限可被用于对搭载在卫星上的无线电导航接收机的干扰计算中；
- 3 在附件1、附件2和附件3中给出的要求与卫星无线电导航业务系统的其他特性一起可以被用于在较高高度星载卫星无线电导航业务接收机的干扰计算中；
- 4 在超过附件中给出的集总干扰功率门限的情况下，在附件1、附件2和附件3中给出的要求与卫星无线电导航业务系统的其他特性一起可以被用于星载卫星无线电导航业务接收机的干扰计算中；
- 5 以下的注应被视为本建议书的一部分。

注 – 本建议书不打算当做将来修改ITU-R M.1343-1和ITU-R M.1480建议书附件中所述的卫星移动业务中移动地球站（MSS MES）1 559-1 610 MHz频段最大无用发射电平的依据。ITU-R M.1343-1和ITU-R M.1480建议书中所述的最大无用发射电平是按照某种特定的干扰情况形成的，且不打算在没有进一步研究的情况下应用于在1-3 GHz范围内运行的MSS MES之外的任何业务。

附件1

GLONASS星载接收机特性

表1-1提供了与GLONASS系统一起使用的星载RNSS接收机的特性。

表1

GLONASS星载接收机特性

参数 信号	数值	
	FDMA	CDMA
载频(MHz)	(1998-2005) ⁽¹⁾ $F = 1\,602 + 0.5625K$ 此处, $K = -7, \dots, 13$ $F = 1\,246 + 0.4375K$ 此处, $K = -7, \dots, 13$ (2005年以后) $F = 1\,602 + 0.5625K$ 此处, $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,246 + 0.4375K$ 此处 $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,204.704 + 0.423K$ 此处, $K = -7, \dots, 12$	$F = 1\,600.995$ $F = 1\,248.06$ $F = 1\,202.025$
伪随机噪声 (PRN) 代码码片化率(Mcps)	5.11 (HA L1信号 和HA L2信号) 0.511 (SA L1信号 和SA L2信号) 4.095 (HA L3 和SA L3信号)	1.023 (L1, L2) 10 * 1.023 (L3)
导航数据比特率(bps)	50 (L1和L2信号) 125 (L3信号)	125 (L1信号) 125 和 250 (L2信号) 100 (L3信号)
最大允许误码率	1×10^{-5}	1×10^{-5}
信号调制方法	BPSK	对于L1 和 L2 信号: BPSK(1), BOC(1,1), BOC(5,2.5) 对于L3信号: 二相调制 (BPSK(10))
极化	右旋圆极化 (RHCP)	
椭圆度(dB)	-1.55	-1,55
最小接收功率电平(dBW)	-170	-170

参数	数值	
	FDMA	CDMA
对应仰角(度)的最大接收机天线增益 ⁽²⁾ (dBi)	-6 (L1、L2、L3 信号), 5度仰角	-6 (L1, L2, L3 信号), 5度仰角
上半球最大接收机天线增益(dBi)	3	3 (L1) 1 (L2和L3)
下半球最大接收机天线增益(dBi)	0	0
RF滤波器3 dB带宽(MHz)	60 (L1信号) 30 (L2信号) 17 (L3信号)	30 (L1信号) 30 (L2信号) 30 (L3信号)
预相关滤波器3 dB带宽(MHz)	22 (L1信号) 20 (L2信号) 17 (L3信号)	25 (L1信号) 25 (L2信号) 25 (L3信号)
接收机系统噪声温度 ⁽²⁾ (K)	100-670	
连续干扰门限		
跟踪模式下一个无源天线输出端集总窄带干扰门限功率电平(dBW) ⁽³⁾	-149	
捕获模式下一个无源天线输出端集总窄带干扰门限功率电平(dBW) ⁽³⁾	-155	
跟踪模式下一个无源天线输出端集总宽带干扰门限功率密度电平(dBW/MHz) ⁽³⁾	-140	
捕获模式下一个无源天线输出端集总宽带干扰门限功率密度电平(dBW/MHz) ⁽³⁾	-146	
脉冲干扰门限 (参见注4)		
接收机输入饱和电平 ⁽⁴⁾ (dBW)	-80	
接收机存活电平 ⁽⁴⁾ (dBW)	-1	
过载恢复时间 ⁽⁴⁾ (s)	1×10^{-3}	

HA = 高精度。

SA = 标准精度。

⁽¹⁾ 2006年以前制造的GLONASS接收机能够采用具有载频编号(K) -7 至 +13的导航信号运行。

⁽²⁾ 不同航天器接收机可能具有不同于这些典型数值的数值。

⁽³⁾ 该门限应考虑所有非RNSS集总干扰。该门限值不包括一个6 dB的安全余量。

⁽⁴⁾ 这些行中的数值将结合ITU-R M.2030建议书中给出的方法, 用于评估脉冲源的干扰。脉冲干扰在这里指的是由突发传输和随后的非传输周期组成的干扰。与RNSS的兼容性是突发功率和持续时间以及传输占空比的函数。

附件2

Navstar全球定位系统星载接收机特性

以下提供的接收机特性目的是用于分析除RNSS系统之外无线电源对RNSS的干扰，不被视为技术要求、规范或标准。当前关于在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内运行的全球定位系统（GPS）的信息被包括在ITU-R M.1787建议书中。

表2-1提供了这种GPS系统使用的星载接收机的特性。应注意，因为星载RNSS接收机的技术要求和运行环境不同于陆地接收机，它们的特性可以不同。例如，由于更大的多普勒频移和更短的RNSS卫星可视时间，信号捕获对一个在低地球轨道的星载接收机可能会更困难。

表2

GPS星载接收机特性¹

参数	参数（数值）
信号频率范围(MHz)	1 575.42 ± 15.345（GPS L1信号）， 1 227.6 ± 15.345（GPS L2信号）， 1 176.45 ± 12（GPS L5信号）
上半球最大接收机天线增益(dBi)	7.0（天线从低地球轨道（LEO） 指向天顶方向） （对于RHCP信号）
下半球最大接收机天线增益(dBi)	-10.0（天线从LEO指向天顶方向） （对于RHCP信号）
RF滤波器3 dB带宽(MHz)	24.0
预相关滤波器3 dB带宽(MHz)	20.46
接收机系统噪声温度(K)	111.0（注1）
连续干扰门限	
跟踪模式下在一个无源天线输出端的集总窄带干扰的门限功率电平(dBW)	-164.0（L1信号）（注2） -157.0（L2信号）（注3） -154.0（L5信号）（注4） （干扰带宽 < 1 MHz） （这些数值主要应用于天基干扰源）
捕获模式下在一个无源天线输出端的集总窄带干扰的门限功率电平(dBW)	-164.0（L1信号）（注） -163.0（L2信号）（注5） -154.0（L5信号）（注4） （干扰带宽 < 1 MHz） （这些数值主要应用于天基干扰源）

¹ 在ITU-R M.1787建议书中可找到这些频段GPS信号特性的进一步信息。

表2 (完)

参数	参数 (数值)
跟踪模式下在一个无源天线输出端的集总宽带干扰的门限功率密度电平(dB(W/MHz))	-154.0 (注6) (干扰带宽≥ 1 MHz)
获模式下在一个无源天线输出端的集总宽带干扰的门限功率密度电平(dB(W/MHz))	-154.0 (注6) (干扰带宽≥ 1 MHz)
脉冲干扰门限 (参见⁽⁸⁾)	
接收机输入饱和电平(dBW) ⁽⁸⁾	-56.0
接收机存活电平(dBW) ^{(7) (8)}	-15.0
过载恢复时间(s) ⁽⁸⁾	10 ⁻⁶

- (1) 此噪声温度基于一个现有用于厘米级别航天器精确轨道测量的空间接收机。该接收机拥有一个低噪声放大器，它具有0.8 dB噪声指数、10 K天线噪声温度的天顶指向7 dBi天线，及0.5 dB电缆损耗。因此，热噪声基底 $N_0 = 10 \log(kT_{sys}) = -208 \text{ dB(W/Hz)} = -148 \text{ dB(W/MHz)}$ ，此处 k 是波尔兹曼常数。
- (2) 此门限值仅仅适用于L1 CA代码接收机频道，及用于连续窄带干扰信号带宽小于700 Hz。带宽介于700 Hz和1 MHz之间时，该门限如下增加（见ITU-R M.1903建议书的图2）；(1) 对从700 Hz到10 kHz的干扰带宽 B_I ，该门限随着 $\log(B_I)$ (B_I ，单位为kHz)从在 $B_I = 0.7 \text{ kHz}$ 时的-164 dBW线性增加到在 $B_I = 10 \text{ kHz}$ 的-157 dBW；(2) 对 $10 \text{ kHz} \leq B_I \leq 100 \text{ kHz}$ ，该门限随着 $\log(B_I)$ (B_I ，单位为kHz)从在 $B_I = 10 \text{ kHz}$ 的-157 dBW线性增加到在 $B_I = 100 \text{ kHz}$ 的-154 dBW；(3) 对 $100 \text{ kHz} \leq B_I \leq 1000 \text{ kHz}$ ，该门限为-154 dBW。
- (3) 此数值基于L2C信号，包括一个20ms代码周期的511.5 kcps中等长度编码 (L2C-M)，与另外一个具有1 500 ms代码周期的511.5 kcps长代码 (L2C-L)时分复用，产生一个1.023 Mcps总片速率。L2C的介于1 kHz到1 MHz之间的干扰带宽门限未被规定，且可能要求进一步的研究。
- (4) 此门限是由于L5领航信号的频谱线性特征，它能导致比假设一个具有连续功率频谱的非周期性10.23 Mcps随机代码计算结果少高达10 dB的干扰抑制能力(即，在随机代码假设情况下，该门限值将是-144 dBW)。对介于700 Hz和1 MHz之间的干扰带宽门限处于研究之中。
- (5) 此数值基于采用L2C-M的L2C信号的方向捕获。对L2C介于1 kHz到1 MHz之间的干扰带宽门限未被规定，且可能要求进一步研究。
- (6) 此门限基于相对于热噪声基底($N_0 = -148 \text{ dB(W/MHz)}$)的-6 dB I/N 比。同样，此干扰将导致热噪声基底的1 dB增加。由于潜在的脉冲射频干扰(RFI) (例如，来自星载合成孔径雷达和/或ARNS发射机)，该噪声基底增加在1 215-1 300 MHz和1 164-1 215 MHz频段内可能大于1 dB。脉冲RFI对接收机性能的影响将取决于各种因素，包括接收的脉冲功率(峰值/平均值)、脉冲持续时间和脉冲占空比，以及特定接收机参数，诸如前端饱和电平、饱和恢复时间、自动增益控制饱和电平和时间常数(如果采用多比特A/D)及A/D转换器类型和量子化门限电平。要求ITU-R进一步研究来开发一种评估脉冲RFI对RNSS接收机的影响的方法。亦参见ITU-R M.2030建议书“非卫星无线电导航业务的相关无线电对1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内卫星无线电导航业务系统和网络造成脉冲干扰的评估方法”。
- (7) 这些存活电平是最大占空比为10%的脉冲信号的峰值功率电平。
- (8) 这些行中的数值将结合ITU-R M.2030建议书中给出的方法，用于评估脉冲源的干扰。脉冲干扰在这里指的是由突发传输和随后的非传输周期组成的干扰。与RNSS的兼容性是突发功率和持续时间以及传输占空比的函数。

附件3

伽利略星载接收机特性

表3-1提供了与伽利略系统使用的星载RNSS接收机的特性。

表3

伽利略星载接收机特性

参数	参数数值					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
信号频率范围(MHz)	1 176.45 ± 12	1 207.14 ± 12	1 278.75 ± 20.5		1 575.42 ± 16	
PRN代码片速率(Mcps)	10.023		5.115		1.023	2.5575
导航数据比特/符号速率(bps/sps)	25 bps/ 50 sps	125 bps/ 250 sps	500 bps/ 1 000 sps	保密	125 bps/ 250 sps	保密
最大允许误码率	2×10^{-7}					
信号调制方法 ⁽¹⁾	AltBOC (15,10)		BPSK (5)	BOC (10,5)	MBOC	BOC (15,2.5)
极化	RHCP					
最小接收功率电平(dBW)	-160					
上半球最大接收机天线增益(dBi)	7.0 (LEO卫星) 14 (GSO卫星)					
下半球最大接收机天线增益(dBi)	-10.0 (LEO卫星) -15 (GSO卫星)					
RF滤波器3 dB带宽(MHz)	51.15		30.69		4 (基本) 至24 (科学应用)	32
预相关滤波器3 dB带宽(MHz)	24		30.69		4 (基本) 至24 (科学应用)	32
接收机系统噪声温度(K)	75					

表3 (续)

参数	参数 (数值)
连续干扰门限	
跟踪模式下在一个无源天线输出端的集总窄带干扰的限功率电平(dBW) ⁽²⁾	-142.0
捕获模式下在一个无源天线输出端的集总窄带干扰的门限功率电平(dBW) ⁽²⁾	-135.0
跟踪模式下在一个无源天线输出端的集总宽带干扰的门限功率密度电平(dBW/MHz) ⁽²⁾	-142.0
捕获模式下在一个无源天线输出端的集总宽带干扰的门限功率密度电平(dBW/MHz) ⁽²⁾	-135.0
脉冲干扰门限⁽³⁾	
接收机输入饱和电平(dBW) (3)	-50
接收机存活电平(dBW) (3)	-10
过载恢复时间(s) (3)	10-6

⁽¹⁾ 一个连续窄带干扰信号被认为具有小于700 Hz的带宽。一个连续宽带干扰信号被认为具有大于1 MHz的带宽。

⁽²⁾ 对伽利略RNSS的参数, BPSK-R(n)表示一个采用具有 $n \times 1.023$ (Mcps)片速率的矩形片的二进制移相键控调制。BOC (m,n)表示一个具有 $m \times 1.023$ (MHz)载波偏移及 $n \times 1.023$ (Mcps)片速率的二进制偏移载波调制。MBOC表示一个复用的二进制偏移载波调制, 在一个给定频率 f 处的MBOC信号功率频谱密度由此等于: $G_{MBOC}(f) = 10/11 G_{BOC(1,1)}(f) + 1/11 G_{BOC(6,1)}(f)$ 。

⁽³⁾ 这些行中的数值将结合ITU-R M.2030建议书中给出的方法, 用于评估脉冲源的干扰。脉冲干扰在这里指的是由突发传输和随后的非传输周期组成的干扰。与RNSS的兼容性是突发功率和持续时间以及传输占空比的函数。