

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.1902-1 建议书
(09/2019)

**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**

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
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
2022年，日内瓦

ITU-R M.1902-1 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 217-2/4和ITU-R 288/4号研究课题)

(2012-2019年)

范围

本建议书给出了在1 215-1 300 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务(RNSS)接收地球站的特性和保护标准。这些资料拟用于对在1 215-1 300 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务(空对地)接收机受到的卫星无线电导航业务以外无线电干扰源的射频干扰影响进行性能分析。

关键词

RNSS、保护标准、射频干扰影响

缩略语/术语

AWGN	加性高斯白噪声
PDC	脉冲占空比
PNT	位置、导航和定时
PRF	脉冲重复频率
RHCP	右旋极化
SQPN	交错正交伪随机噪声
SQPSK	交错正交相移键控
SSC	光谱分离系数

国际电联的相关建议书、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.1901-2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.1903-1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.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 M.1905-1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) 卫星无线电导航业务（RNSS）的系统和网络在全球范围内为许多定位、导航和定时应用提供准确信息，包括某些频段的安全性能以及在某些环境和应用情况下的安全性能；
- b) 任何适当装备的地球站都可在全球范围内收到卫星无线电导航业务的系统和网络的导航信息；
- c) ITU-R M.1787建议书提供了卫星无线电导航业务的系统和网络的技术说明以及在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz和1 559-1 610 MHz频段内运行的发射空间电台的技术特性；
- d) ITU-R M.1904建议书提供了在1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz及1 559-1 610 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务(空对空)接收空间电台的技术特性和保护标准；
- e) ITU-R M.1463建议书包括了在1 215-1 400 MHz频段内运行的无线电测定系统的系统特性；
- f) ITU-R M.1901建议书为本建议书及其他与在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建议书提供了指导，

认识到

- a) 1 215-1 300 MHz频段在所有三个区域内划分给作为主要业务的卫星地球探测业务（EESS）（有源）、无线电定位业务、卫星无线电导航业务（空对地和空对空）以及空间研究业务（有源）；

- b) 在一些国家，1 215-1 300 MHz频段还包括对固定与移动业务和/或对无线电导航业务（在某些情况下限于在该频段某一部分使用的航空无线电导航应用）的主要划分；
- c) 《无线电规则》（RR）第5.329款规定：“使用1 215-1 300 MHz频段内的卫星无线电导航业务须符合的条件是不对按照《无线电规则》第5.331款核准的无线电导航业务产生有害干扰或提出保护要求。而且，使用1 215-1 300 MHz频段内的卫星无线电导航业务须符合的条件是不对无线电定位业务产生有害干扰。《无线电规则》第5.43款对无线电定位业务不适用。第608号决议(WRC-03)适用”；
- d) 《无线电规则》第5.332款规定，在1 215-1 260 MHz频段内的卫星地球探测（有源）不对卫星无线电导航业务产生有害干扰，

注意到

ITU-R RS.1749建议书包括各种在1 215-1 300 MHz频段内的星载合成孔径雷达的特性，而ITU-R RS.1347建议书建议，根据包括地面兼容性测试的证实，认为在1 215-1 260 MHz频段内星载合成孔径雷达与RNSS的共享被是可行的，

建议

应采用附件1中给出的接收地球站的特性和保护标准对在1 215-1 300 MHz频段内运行的卫星无线电导航业务（空对地）接收机受到的卫星无线电导航业务以外无线电干扰源的干扰影响进行性能分析。

附件1

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 技术特性和保护标准

1 引言

多个在功能和性能上不同的接收机等级很可能采用在1 215-1 300 MHz频段的RNSS卫星信号。以下各节包括对每种RNSS接收机的一般描述和对接收机特性和保护标准的描述。所描述的多种接收机是将RNSS信号用于或计划同时用于这个及一个或多个其他RNSS频段的多频段接收机类型。

2 RNSS接收机应用描述

本节描述了当前和预期的多种RNSS接收机。

2.1 星基增强系统¹地面参考接收机

此陆基接收机类型被用在星基增强系统（SBAS）地面网络的运行中，用于测量电离层时延和RNSS信号的完整性。该接收机采用一种半无码技术，该技术具有一种由特殊RNSS信号架构支持的独特功能，在获知了从L1 C/A²编码和载波跟踪得到的动态载波相位，且得知了平均加密时钟速率之后，就可以跟踪 L1 和 L2 P(Y) 信号。这种交叉关联技术提供了测量L2信号延迟的能力，因此使得测量因为电离层而导致的信号延迟的变化成为可能。互相关方案可行，部分是因为L1和 L2 P(Y)信号的编码相同。这种型号的接收设备必须捕获和跟踪与L1 C/A的载波频率相同的SBAS卫星信号。半无码接收接收机对干扰更为敏感，这是因为半无码接收设备在操作时并不知晓Y代码³。捕获是采用L1 C/A编码信号来完成的。在L2的捕获不适用于这种接收机类型。这种接收机的特性和保护标准提供在表1的第一列中。因为该接收机同时采用了L1 C/A和P(Y)信号与L2 P(Y)，因此在1 559-1 610 MHz频段内很容易受干扰的影响。SBAS地面参考接收机在那个频段内的保护标准和其他特性在ITU-R M.1903建议书规定。

SBAS地面参考接收机起着非常关键的作用，例如对在处于已知位置的SBAS地面站中RNSS系统的完整性监视。因此，对这些接收机存在着为确保对RNSS信号连续不间断接收的适当保护，例如，但不限于，物理缓存器区。

2.2 RNSS半无码接收机

2.2.1 高精度半无码接收机

高精度半无码接收机主要被用于测量和其他精确定位应用之中（例如，精确农业、科学），在其中需要测量电离层时延。类似于以上的SBAS地面参考接收机，这些半无码接收机采用了一种技术，在获知了通过L1 C/A编码跟踪得到的动态载波相位后，就可以跟踪L1和L2 P(Y)信号。对此有二种基本方法：1) L1和L2 P(Y)信号是互相关的，或者2) 信号实际上被独立跟踪。为了正确的运行，高精度接收机在二或三个频段内捕获并跟踪RNSS信号，并在所有采用的频段内要求保护。

这两种方法可以根据情况灵活调整，也可以两种方法结合使用。两种方法的目的是提供一个电离层延迟的估计值或是一系列独立的载波相位测量值，以便于快速消除波长的模糊度，甚至当该接收机处于运动中也是如此。这个过程可以改善定位的准确性。如果L1和L2具有相同且几乎是同步的P(Y)的代码，那么互相关方案就可以实施。L2 P(Y)信号代码在通过电离层会发生相对于L1 P(Y)信号代码的延迟，且伴随有载波相位的提前。L1 P(Y)信号具有与L1 C/A信号相同的代码和载波多普勒，使其具有采用非常窄带宽跟踪环帮助半无码跟踪的能力。该接收机将具有类似于以上所描述的SBAS地面参考接收机的特性，但在其对干扰的易感受性上有所不同。这种类型接收机的特性在表1第2列中给出。因为此接收机也采用1 559-1 610 MHz频段信号，所以它易于受该频段内干扰的影响。在ITU-R M.1903建议书中可以找到在为CDMA型高精度接收机指定的1 559-1 610 MHz频段内的保护标准和其他特性。

1 SBAS是通过GSO卫星信号提供RNSS地区测量误差修正和整体性数据的一种方式。

2 L1 C/A信号和L1 P(Y)信号通过1 559-1 610 MHz RNSS频段传输，而 L2 P(Y)信号通过1 215-1 300 MHz RNSS频段传输。有关这些信号的详细信息，见《ITU-R M.1787 建议书》附件2(GPS)。

3 Y代码是P代码经过变址和加密处理形成的。Y代码和P代码的码片率和调制特点相同。

2.2.2 L2C过渡高精度半无码接收机

此接收机具有第2.2.1段中的高精度半无码接收机的所有特性，而且还捕获和跟踪从可用的新一代卫星接收到的L2载波上的新L2C信号⁴。此接收机将采用上述半无码技术来捕获和跟踪在其他早期卫星上的L2 P(Y)信号，并且可同样将这种技术用于从新一代卫星接收到的L2 P(Y)信号上，至少为混合L2C/L2 P(Y)运行提供校准信息。此混合运行要求L2C和L2 P(Y)信号之间的相位差是已知的。L2C信号提供比采用L2 P(Y)半无码操作所能得到更高的强壮性，使得在更为困难的环境中受益。但是，因为具有这种能力的接收机被用于也采用已有L2 P(Y)半无码接收机的系统应用中，通常，这个额外的强壮性并不总是可用的。因此，在表1第2列中所规定的门限干扰功率电平仍然适用。

2.3 采用L2C的高精度接收机

此接收机类型是一种陆基接收机，它将捕获和跟踪L2C信号，但对L2 P(Y)信号不是必须的。此接收机的功能与上述高精度半无码接收机的功能相同，但通过捕获和跟踪L2C信号获得了更高的强壮性。

此接收机类型捕获并跟踪从某些新一代卫星接收到的新L2C代码。此接收机还可以采用上述半无码技术捕获和跟踪来自这些及其他卫星的L2 P(Y)信号，至少为混合的L2C/L2P(Y)运行提供校准信息。此混合运行要求，L2C和L2 P(Y)信号之间的相位差是已知的。捕获和跟踪L2C信号的这种类型接收机的特性在表1第3列中给出。L2C信号提供比采用L2 P(Y)半无码操作所能得到的更高强壮性，使得在更为困难的环境中受益。但是，因为具有这种能力的接收机被用于也采用已有L2 P(Y)半无码接收机的系统应用中，通常，这个额外的强壮性并不总是可用的。因此，在表1第2列中所规定的门限干扰功率电平仍然适用。

2.4 空中导航接收机

空中导航指一个设计用于各个飞行阶段的机载接收机。此接收机类型能够使用CDMA和/或FDMA RNSS信号⁵，且同时工作于多个载频上。此接收机类型的特性在表1第4列中规定。

空中导航接收机的特性还可以应用于未在本附件中描述的为陆地和海上应用开发的接收机。

2.5 室内定位

室内定位类指目的在于室内使用的RNSS接收机，且它通常具有低C/N₀能力（即，非常敏感的接收机）。因为载波跟踪不能与存在于室内环境下的低功率信号一起使用，在这种接收机中只采用代码跟踪。三种接收机类型列于表1第5列中；它们每一种采用一个不同的RNSS卫星信号类型（或者是CDMA，用于L2C信号，GLONASS信号，或者是CDMA和/或FDMA）、频率范围和滤波器带宽。保护标准和其余特性相同。

4 有关L2C信号的详细信息，见ITU-R M.1787建议书附件2(GPS)。

5 术语“FDMA”指一种频分多址技术，在其中，所有RNSS卫星采用相同的调制编码，但每个卫星在不同的载波频率上传输。术语“CDMA”是指一种所有RNSS卫星信号均在同一频率上使用不同调制码传输的技术。信号进一步的细节包含在ITU-R M.1787建议书附件1（GLONASS）和附件2（GPS）中。

2.6 “其他”

“其他”类指采用一般用途和手持接收机的其他RNSS应用。这种接收机类型的特性⁶和保护标准在表1第6列中规定。

2.7 一般用途应用

一般用途类指多种RNSS接收机。这些接收机设计用于车辆导航、步行导航、一般定位等。三种接收机类型列于表1第7列；它们每一种采用一个不同的RNSS卫星信号类型（或者是CDMA，用于L2C信号；GLONASS信号，或者是CDMA和/或FDMA）、频率范围和滤波器带宽。保护标准和其余特性相同。

3 脉冲⁷射频干扰效应

除了来自各种源的连续干扰外，包括RNSS空间电台，在1 215-1 300 MHz频段内运行的RNSS接收机还受到来自无线电定位雷达和ARNS发射机的带内和相邻频段的脉冲射频干扰（RFI）。此脉冲RFI的存在降低了RNSS接收机能够容忍的连续RFI量。脉冲RFI量取决于在该RNSS接收天线无线电范围内源的数量。

需要一个不同的RFI分析方法来考虑在1 215-1 300 MHz频段内的此脉冲RFI，例如，而不是1 559-1 610 MHz频段内的，因为此脉冲的RFI不显著。二个航空标准组织⁸的研究已经确定了一种分析方法，处理脉冲和连续RFI⁹的组合效应。从基本方法中得出二种取决于RNSS接收机脉冲源缓解类型的变化方法：一个用于采用了“脉冲消隐”技术的接收机（具有更高工作周期的脉冲RFI）；而另一个用于更一般用途、饱和接收机（适用于在较低占空因子环境下操作的脉冲RFI）。例如，SBAS地面参考接收机（见第2.1节）为在脉冲RFI存在情况下改善性能而采纳了脉冲消隐技术。

4 RNSS接收机技术特性和饱和标准

表1列举了在1 215-1 300 MHz频段内多种有代表性的RNSS接收机及应用的技术特性和保护标准（最大集合干扰门限）。在ITU-R M.1787建议书中可以找到更多RNSS信号信息。

表1根据RNSS应用建议了不同级别的保护。以下RNSS接收机和应用已经包括在该表中：

- SBAS地面参考接收机（见第2.1节和表1第1列）。
- 高精度半无码接收机（见第2.2.1节和表1第2列）（请注意，第2列也应用于L2C过渡高精度、半无码接收机；见第2.2.2节）。

⁶ 更多RNSS信号进一步的细节在ITU-R M.1787建议书附件4（QZSS）中。

⁷ 这里使用的连续干扰是指来自始终存在的相当恒定功率源的干扰。这与脉冲干扰不同，脉冲干扰由传输脉冲串和随后的非传输周期组成。后者与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。

⁸ RTCA，总部位于美国，及在欧洲的EUROCAE。

⁹ RTCA SC-159，“对与GNSS L5/E5A频段相关的射频干扰的评估”，RTCA文件编号No.RTCA/DO-292，华盛顿特区2004年7月29日。

- 采用L2C的高精度接收机（见第2.3节和表1第3列）。
- 空中导航接收机（二种类型）（见第2.4节和表1第4列）。
- 室内定位（三种类型）（见第2.5节和表1第5列）。
- “其他”（见第2.6节和表1第6列）。
- 一般用途（三种类型）（见第2.7节和表1第7列）。

表1

在1 215-1 300 MHz频段内运行的RNSS接收机（空对地）的技术特性和保护标准

参数	1	2	3	4		5			6	7		
	SBAS地面参考接收机*	高精度半无码接收机*	采用L2C的高精度接收机*	空中导航接收机（注10）		室内定位			其他	一般用途		
信号频率范围(MHz)	1 227.6 ± 15.345	1 227.6 ± 15.345	1 227.6 ± 15.345	1 246 + 0.4375* K ± 5.11, 此处, K = -7, ..., +6 (注8)	1 248.0 6 ± 7.7	1 227.6 ± 12	1 246 + 0.4375* K ± 5.11 此处, K = -7, ..., +6	1 248.06 ± 7.7	1 278.75 ± 21	1 227.6 ± 12	1 246 + 0.4375* K ± 5.11 此处, K = -7, ..., +6	1 248.06 ± 7.7
上半球最大接收机天线增益(dBi)	-2.0 环形（注3）	3.0 环形	3.0 环形	7环形（注11）		6			6	6		
下半球最大接收机天线增益(dBi)	-5.0 环形（见注3）	-7 线性（< 10° 仰角）	-7 线性（< 10° 仰角）	-10环形		6（注12）			6（注12）	6（注12）		
RF滤波器3 dB带宽(MHz)	24.0	24.0	24.0	30		32	30		64	32	30	
预相关滤波器3 dB带宽(MHz)	20.46	20.46	20.46	20	25	2	20	25	50	2	20	25
接收机系统噪声温度(K)	513	513	513	400		645			645	645		
连续干扰的门限值												
在无源天线输出端的集合窄带干扰的跟踪模式门限功率电平(dBW)	-137.5 (P(Y)) (注1)	-137.4 (P(Y)) (注1)	-151.4 (注1)	-149 (注1) (注9)		-193 (注1)			-119 (注2)	-158 (注1)		
在无源天线输出端的集合窄带干扰的捕获模式门限功率电平(dBW)	见注4	见注5	-157.4 (注1)	-155 (注1) (注9)		-199 (注1)			-125 (注2)	-164 (注1)		
在无源天线输出端的集合宽带干扰的跟踪模式门限功率密度电平(dB(W/MHz))	-147.5 (P(Y)) (注1)	-147.4 (P(Y)) (注1)	-147.4 (注1)	-140 (注1) (注9)		-150 (注1)			-121 (注2)	-139 (注1)		
在无源天线输出端的集合宽带干扰的捕获模式门限功率密度电平(dB(W/MHz))	见注4	见注5	-147.4 (注1)	-146 (注1) (注9)		-156 (注1)			-127 (注2)	-145 (注1)		
脉冲干扰的门限值（见注14）												

表1（结束）

	1	2	3	4	5	6	7
参数	SBAS地面参考接收机*	高精度半无码接收机*	采用L2C的高精度接收机*	空中导航接收机(注10)	室内定位	其他	一般用途
接收机输入饱和电平 (dBW) (注14)	-135.0 (注6) (注13)	-120 (注6)	-120 (注6)	-80	-70	-70	-70
接收机生存电平 (dBW) (注14)	-10.0 (注7)	-20	-20	-1	-20	-20	-20
过载恢复时间 (s) (注14)	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-6}	(1 至 30) $\times 10^{-6}$	30×10^{-6}	30×10^{-6}	30×10^{-6}

表1的注：

* 这些列涵盖了在1 215-1 300 MHz频段内运行的RNSS接收机的特性和门限。（这种类型的接收机采用在ITU-R M.1787建议书附件2中所描述的信号进行工作。）对在1 559-1 610 MHz和1 164-1 215 MHz频段内运行的接收机的特性和保护标准，还请分别参考在ITU-R M.1903和/或ITU-R M.1905建议书中的相关列。

注1 – 对P(Y)信号处理，包括采用半无码技术，窄带干扰被认为具有一个少于100 kHz的带宽，而宽带干扰具有一个大于1 MHz的带宽。对L2C信号处理，窄带干扰被认为具有一个少于1 kHz的带宽，而宽带干扰具有一个大于1 MHz的带宽。对FDMA和CDMA（载频1 248.06 MHz）信号处理，窄带连续干扰被认为具有一个少于1 kHz的带宽，而宽带连续干扰被认为具有一个大于500 kHz的带宽。在100 kHz（对P(Y)）或1 kHz（对L2C和FDMA/CDMA（载频1 248.06 MHz）到1 MHz（或对FDMA为500 kHz）之间干扰带宽的门限未定义，需要进一步的研究。

注2 – 窄带连续干扰被认为具有一个少于700 Hz的带宽。宽带连续干扰被认为具有一个大于1 MHz的带宽。700 Hz至1 MHz之间的干扰带宽阈值可能需要进一步研究。

注3 – 所列出的上半球最大增益值适用于30°仰角（即，最大期望RFI到达角）。所列举的下半球最大增益值适用于5°仰角。

注4 – 信号捕获是采用L1 C/A信号来完成的。见ITU-R M.1903建议书附件2表2-2的“SBAS地面参考接收设备”列中的适当捕获门限行。

注5 – 信号捕获是采用L1 C/A信号来完成的。见ITU-R M.1903建议书附件2表2-2的“高精度”列中的适当捕获门限行。

注6 – 这些接收机输入饱和电平适用于相应射频滤波器的3 dB带宽。

注7 – 生存电平是一个具有10%最大占空因子的脉冲信号的峰值功率电平。

注8 – 此接收机类型同时工作在多个RNSS信号载频上。这些载频由 f_c (MHz) = 1 246.0 + 0.4375K规定，此处，K = -7至+6。

注9 – 此门限应该考虑所有干扰的集合功率。该门限值不包括任何安全余量。

注10 – 给出的数值表示接收机的典型值。在一定条件下，可以对一些参数要求更为严格的数值（例如，过载后对恢复时间、集合干扰的门限值等）。

注11 – 在5度仰角的最小接收机天线增益为-5.5 dBi。

注12 – 因为在一些RNSS接收机应用中的天线潜在地能够几乎指向任何方向，下半球最大天线增益能够（在最差情况的条件下）等于上半球的。

注13 – 该接收机输入饱和电平适用于1 MHz带宽内的功率。

注14 – 这些行中的值将结合ITU-R M.2030建议书中给出的方法，用于评估脉冲源干扰。