

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R M.1903-1 建议书**  
(09/2019)

**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**

**M 系列**  
移动、无线电定位、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
<b>BO</b>	卫星传输
<b>BR</b>	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
<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、业余无线电及相关卫星业务</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>	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和标准频率发射
<b>V</b>	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.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<sup>1</sup>的  
接收站的特点和保护标准**

(ITU-R 217-2/4 和 ITU-R 288/4 号研究课题)

(2012-2019年)

**范围**

本建议书介绍了在 1 559-1 610 MHz 频率上操作的卫星无线电导航业务（RNSS）接收地球站和某些航空无线电导航业务（ARNS）接收站的特点和保护标准。本文的目的是分析来自 RNSS 之外的发射源的无线电频率干扰对在频段1 559-1 610 MHz 上运行的RNSS（空对地）和 ARNS 接收设备的影响。

**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

---

<sup>1</sup> 见注3。

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.1904-0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.1905-0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) 卫星无线电导航业务(RNSS)的系统 and 网络，在全球范围内为许多定位、导航和定时应用提供了准确信息，包括某些频段和在某些环境和应用情况下的安全考虑；
- b) 任何设备配备充分的地球站都可以通过覆盖全球的卫星无线电导航业务的系统和网络中获得导航信息；
- c) RNSS 的很多系统和网络正在操作和规划中；
- d) 必须保护在频段1 559-1 610 MHz上操作的 RNSS 系统和网络；
- e) 存在 RNSS 安全业务，并且，这些业务的使用将在未来得到进一步扩展；
- f) 国际民用航空组织(ICAO)已经建立了全球导航卫星系统(GNSS)，该系统包括 RNSS 系统和网络；
- g) 国际海事组织(IMO)要求在狭窄水道航行以及驶入港口的船舶必须装备 RNSS；

- h) 大量航空和非航空的 RNSS 应用正在使用或计划使用 1 559-1 610 MHz 频段；
- i) ITU-R M.1787 建议书从技术上描述了 RNSS 的系统和网络，以及在频段 1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz 和 1 559-1 610 MHz 上操作的发射空间站的技术特点；
- j) ITU-R M.1904 建议书提供了在 1 164-1 215 MHz、1 215-1 300 MHz 和 1 559-1 610 MHz 频段上操作的 RNSS（空对地）接收空间站的技术特点和保护标准；
- k) ITU-R M.1901 建议书提供了这一和其它有关在 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 频段上操作的 RNSS 系统和网络的 ITU-R 建议书的指导，

认识到

- a) 在所有三个区将频段 1 559-1 610 MHz 以主要业务分配给 RNSS（空对地）（空对空）和 ARNS；
- b) 很多 RNSS 信号接收设备用于安全业务应用，这些应用采用不同方式处理 RNSS 信号，详见附件 2；
- c) 正在进行或计划对 RNSS 系统和网络进行不同规模的扩容，以支持安全业务，

注意到

ITU-R M.1343 建议书定义了对 1-3 GHz 频段上移动地球站(MES)上使用的全球非 GSO MSS 系统的基本技术要求，

建议

- 1 附件 2 中描述的接收地球站的特点和保护标准将被用来分析来自 RNSS 之外的无线电发射源的干扰，对工作在 1 559-1 610 MHz 频段的 RNSS（空对地）和某些 ARNS 接收设备（见注 3 中的参考）的影响；
- 2 在进行干扰分析的时候，安全范围（详见附件 1 的讨论）应适用于安全方面的保护和 RNSS、ARNS 的应用；
- 3 下列注应作为本建议书的一部分。

注 1 – 本建议书不作为形成 1 559-1 610 MHz 频段最大无效发射水平未来修订版的基础。有关最大无效发射水平，参见有关 MSS MIES 的 ITU-R M.1343-1 建议书和 ITU-R M.1480 建议书的附件和关于 UWB 的 ITU-R SM.1757 建议书的附件。已经根据具体的干扰情况制定了 ITU-R M.1343-1 建议书和 ITU-R M.1480 建议书中阐述的 1 559-1 610 MHz 频段的最大无效发射水平。在深入研究之前，这些最大无效发射水平不能用于在 1-3 GHz 频段上操作的 MSS MES 业务之外的任何业务。ITU-R SM.1757 建议书中规定的水平只针对超宽带技术

注 2 – 如附件 1 中 § 3 讨论，6 dB 的航空无线电导航安全范围专门用于 1 559-1 610 MHz 频段上操作的特定的 RNSS 和 ARNS 航空无线电导航应用，不用于非航空应用。RNSS 非航空安全应用的安全范围，如果有必要的话，将在进一步研究的基础上制定。

注3 – 在附件2所述的有限情况下，某些类型的接收机与地面发射机一起工作，使用作为共同主要划分的ARNS，发射类似RNSS的无线电导航信号，供亦接收RNSS（空对地）信号的航空台站接收机接收。

## 附件1

### RNSS安全应用的余量

#### 1 引言

ITU 和国际民用航空组织（ICAO）内部在计划干扰链路频段时要给信号余量预留一部分预算，这种做法已经持续了很长一段时间了。这是为了保证无线电导航业务的安全能够得到保障。这些余量的范围一般是6-10 dB或者更多。另外，先前 ITU-R 无线电导航安全应用的安全余量留得很充足。例如：

“不管无线电频段规划机构最初的意图是什么，但毫无疑问的是，无线电频段资源面临向各种无线电通信业务分配新频段的压力，而这种压力可能会导致航空保护标准被广泛视为非航空共享标准。因此，安全业务必须采取足够的预防措施，以保证共享同一个无线电频段的所有无线电业务必须受到充分的限制，保证在任何可能的情况下都要留出合理的频段范围，确保有害总干扰决不能超过既定的保护标准。”<sup>2</sup>

另外，ITU-R M.1318-1建议书附件还描述了针对来自 RNSS 之外的无线电发射源对 RNSS 发射设备的干扰的评估模型。该模型使用了一种叫做“保护余量”（dB）的因素。有关该因素的描述说，该因素用于“确保《无线电规则》第4.10条提供的保护”。

#### 2 安全余量的目的

安全余量（又称“公共安全因素”）对于旨在研究由于真实存在但无法量化的无线电频率干扰所引起的生命损失风险的生命安全应用至关重要。为了支持生命安全应用，必须研究所有干扰源。

#### 3 航空无线电导航安全余量的应用

##### 3.1 航空无线电导航安全余量的背景

安全余量在导航系统中的应用已经相当成熟。ICAO为信号强度微波着陆系统（MLS）规定的安全余量为 6 dB（《ICAO 公约：国际标准和推荐做法 – 航空电信》第一卷 – 无线电导航设备（附件 G、表G-2）附件10）。仪表指示着陆系统（ILS）适用的安全余量为 8 dB（参见ITU-R SM.1009-1建议书附件2的附录3）。上述各余量都要根据导航系统的载波功率来定义。

---

<sup>2</sup> 此内容出现在ITU-R M.1477建议书（日内瓦，2000）附件 5 和其它文件中。

为了测试这些系统的性能，所需的信号功率水平的计算是从正常水平减去安全余量，然后通过测试来确定该系统是否能够在存在干扰的情况下表现出既定的性能。换句话说，制造商的设备设计必须能够在接收所需的（减去安全边际后的）低功率信号水平时，能够应对预料到的最高干扰水平。

如果使用GNSS<sup>3</sup>，这种方法不可行的，因为将载波功率在设计功率的基础上降低6dB或更多将会导致根据信号接收设备跟踪算法计算出来的卫星位置的偏低。这是因为接收到的GNSS卫星功率相对有限，所以GNSS接收设备在很小的动态范围内操作。对于GNSS接收设备来说，衡量接收到的主信号质量的数据是 $C/N_{0,EFF}$ 比例，回收的载波功率（C）与有效噪声+干扰功率频谱密度的比例，即 $N_{0,EFF} = N_0 + I_0$ 。GNSS必须能够在最低 $C/N_{0,EFF}$ 值附近操作。这一区域的很多重要的性能参数（如检测到的误字率或载波相位误差）因为 $C/N_{0,EFF}$ 的小幅降低而迅速上升。造成 $C/N_{0,EFF}$ 小幅降低的因素很多，干扰是其中的一个原因。

### 3.2 在频段 1 559-1 610 MHz 上操作的 GNSS 的安全余量

对于MLS和ILS，为GNSS设计的方法是确定一个能够让接收设备接受并且能够满足相关性能要求的非航空无线电频率干扰<sup>4</sup>（RFI）的水平。对于GNSS，接收设备的PFI测试限值（即，设计门限）超过最大可允许环境总干扰，超过的数量就是安全余量。具体地说，如果GNSS的连续干扰测试总限值是 $J_{agg,max}$ （dBW），并且使用了安全余量的话，那么最大的安全的环境方面的持续PFI总和 $J_{safe,max}$ （dBW）是：

$$J_{safe,max} = J_{agg,max} - M$$

对于在1 559-1 610 MHz频段上操作的GNSS，必要的安全余量 $M$ （dB）是6dB。

5.6 dB这个安全余量过去用于设计ITU-R M.1343-1建议书中采用的-70 dB(W/MHz)这一发射限值。但是，对于普通应用来说，需要将这一限值微调到6dB，这是为了将它调整到ITU-R用于其它安全应用的安全业务余量的范围中来。参见前文§3.1。

例如，在 $1\ 575.42 \pm 12$  MHz频段上操作的类别I精确方法中的SBAS 1型空中导航接收设备（参见附件2中表2）的设计和测试的目标是在信号跟踪模式下能够经受-140.5 dB(W/MHz)这一宽带干扰门限水平总和的影响。根据上述等式，将6 dB这一安全余量运用于门限总和会导致可允许收到干扰的安全水平成为-146.5 dB(W/MHz)。

航空安全余量必须至少为6 dB，这是为了保护GNSS的安全应用。在此基础上，安全余量还可以根据下列情况进行增加：

- 针对干扰分析过程中使用的所有参数的统计数据的影响，除非假定出现最糟糕的情形；
- 没有明确包括在干扰分析中但可能增加GNSS干扰的无线电频率干扰（RFI）源。

<sup>3</sup> GNSS指的是全球导航卫星系统，用以提供ICAO认可的无线电导航卫星信号的一系列RNSS系统。

<sup>4</sup> 非航空干扰指的是来自安装有RNSS接收设备的航空器之外的其它来源的干扰。

### 3.3 航空无线电导航干扰风险的分配和遵守

#### 3.3.1 干扰风险的分配

针对通信网络进行的基于业务不可用的干扰分析不适用于生命安全业务，因为，如果服务的中断超过 $1 \times 10^{-6}/\text{h}$ 这一比率，这样的中断是不能接受的（见下文）。另外，这些分析不能解决由于设备陈旧或故障带来的杂散发射的影响、以及设备之间性能差异带来的影响。另外，还有可能忽视平时不产生干扰的意外干扰源产生的影响。但是，航空界试图量化与引起业务中断或产生误导性信息的事件相关的风险，包括那些不大可能发生的事件。

航空设备的设计必须能够应对罕见事件的发生。考虑到民用航空器每年都要在空中飞行几百万个小时，一年中在某处发生非常罕见（ $1 \times 10^{-6}/\text{h}$ ）的事件的概率几乎是肯定的。所以，一定要注意：在干扰分析的过程中，必须评估干扰引起的风险。

ICAO 针对 GNSS 星基增强系统（SBAS）和陆基增强系统（GBAS）的机载接收设备的标准要求，信号强度超过 RFI 接收设备敏感度水平的时候，必须发布航行警告。GNSS 风险分析分配给类别 I 方法中非 GNSS 干扰的每个方法连续性损失的数值为 $1 \times 10^{-5}$ 。连续性要求的目的是将 RFI 事件限制在十万分之一的方法概率中。在精密方法过程中，GNSS  $C/N_{0,EFF}$  的变化可能要用掉 6 dB 的航空安全余量（参见 3.1 节）。因此，高于  $-146.5 \text{ dB(W/MHz)}$  这一限值的非航空总干扰的增加（参见 3.2 中的例子）将引起 GNSS 接收设备发生连续性损失事件。较早给出这种解释的是第 3.1 节中 ITU-R 给 ILS 下的定义。该定义针对 ILS 覆盖范围内选择的一些空间点在最低  $C/N_{0,EFF}$  条件下对 RFI 进行了评估。换句话说，因为安全余量的存在，所以没有将信用量分配给干扰信号。

#### 3.3.2 法规遵守方面的考虑

任何要求分享 ARNS/RNSS 频段的提议必须考虑所提业务的故障模式。该提议必须列出可能威胁国家安全业务的任何故障，并阐述怎样来发现这些模式。同时，该提议还需讨论该怎样将故障告知安全业务的用户，并分析应在什么时候将警示信息告知用户。该提议还必须描述怎样将所有相关故障的突出特点存档以便将来的分析。这些故障包括带内辐射功率或带外辐射功率的偏移，还包括辐射频谱的偏差——如，窄带与宽带的相对关系。

该提议还必须详细说明怎样在所有相关的操作情形下始终采用特定的安全余量。这些分析应包括从该业务到所有安全业务用户的路径损耗计算。这些分析需要考虑该业务靠近飞机、船舶和陆地上安全业务紧急用户的所有可能性。

相关分析还应合理地考虑干扰源的多样性。该提议还必须考虑该业务靠近安全业务使用的固定无线电资产的可能性。

最后，该建议还应考虑对最近增加的或规划中的安全业务的影响。



### 3.4 结论

- 1 6 dB GNSS 这一安全余量将导致大大低于 6 dB 的  $C/N_{0,EFF}$  余量。这么低的  $C/N_{0,EFF}$  值小于 ICAO 确定的其它导航系统，但是仍在 ITU-R 安全业务规定可接受的余量范围之内。
- 2 无线电导航业务的安全评估要求非航空 RFI 发射源超过其保护限值的概率应低于十万分之一的类别 I 方法概率。GNSS 安全余量不包括连续性损失的风险。
- 3 可允许的非航空干扰是一个固定数，表示来自所有已知干扰源的总干扰。如果推出新业务的话，必须对新业务的发射进行限制，以确保不得超过可允许的总干扰。

## 附件2

### 在 1 559-1 610 MHz 频段上操作的 RNSS（地对空） 接收地球站的技术特点和保护标准

#### 1 引言

该附件的目的是描述一些 RNSS 接收应用，简要描述在 1 559-1 610 MHz 频段上操作的 RNSS 信号，并阐述 RNSS 接收设备保护标准。有关这些接收设备所使用的 RNSS 信号的详细信息，参见 ITU-R M.1787 建议书。第 2 节描述了 RNSS 应用。第 3 节和第 4 节描述了用于 RNSS 接收设备保护的最大接收干扰功率总和的门限值的使用情况，并列出了技术特性和保护标准。文章提出的保护水平总的来说是为了确定持续和脉冲<sup>5</sup>的非 RNSS 干扰源。

表 2 列出了来自 RNSS 之外的干扰源的最大接收干扰功率总和的门限值。对于窄带干扰，接收功率值和干扰带宽的上限一起使用。对于宽带干扰，接收功率频谱密度和干扰带宽的下限一起使用。这些门限值针对的是接收天线输出的总干扰。

#### 2 RNSS 应用

本附件描述了用于某些应用的一些 RNSS 接收设备的型号。有关部门已经针对一些型号的航空接收设备制定了相对完善的要求。据说，目前某些非航空应用受干扰的影响相对更大。这主要是因为一些情况下路径损耗过多，或者是因为其它情况下额外的信号处理损失（如在半无代码处理过程中）。随着 RNSS 继续演进，使用受 RFI 影响更大的接收设备的 RNSS 应用开始被使用，这要求对本建议书进行更新，为的是将这一情况考虑在内。

---

<sup>5</sup> 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。

## 2.1 航空 RNSS 接收设备

### 2.1.1 SBAS 类别 I 精密方法接收设备

SBAS的目的是通过 GSO 卫星信号提供 RNSS 区域测量误差修正和完整性数据。

#### 型号 1

这个型号的航空接收设备是一种用于提供 ICAO 类别 I 的精密方法的机载航空接收设备。这种设备必须满足 SBAS 的规格要求。这种设备能够跟踪 RNSS L1 C/A和SBAS L1 CDMA两种信号<sup>6</sup>。SBAS L1的信号代码类似于同一中心频率（1 575.42 MHz）发射的L1 C/A信号。表 2 中的第 1 栏列出了这种接收设备的特点。

#### 型号 2

这个型号的航空接收设备也是一种用于提供 ICAO 类别 I 精密方法的机载航空接收设备。但是，这个型号接收设备同时在几个载波频率上处理 FDMA RNSS 信号<sup>7</sup>。它可以跟踪可能使用不同载波频率的 RNSS 和 SBAS 两种信号。表 2 中的第 2 栏列出了这种接收设备的特点。

### 2.1.2 GBAS 类别 II/III 精密方法接收设备

#### 型号 1

这个型号的航空接收设备是一种用于提供 ICAO 第 II/III 类精密方法的机载航空接收设备。这个型号的接收设备必须能够跟踪RNSS（L1 C/A）卫星信号和VHF频段的GBAS数据链信号。这种接收设备能够接收CDMA信号。表 2 第 3 栏列出了该型号接收设备的特点。

#### 型号 2

这个型号的航空接收设备也是一种用于提供 ICAO 第 II/III 类精密方法的机载航空接收设备。这种接收设备同时在几个载波频率上处理 FDMA RNSS 信号。该型号的设备必须能够跟踪 RNSS 卫星信号和 VHF 频段的GBAS数据链信号。同时，这种接收设备还可以处理来地面ARNS发射机，向航空器台站发射类似于RNSS（空对地）信号的无线电导航信号。表 2 第 4 栏列出了该型号接收设备的特点。

### 2.1.3 SBAS 地面参考接收设备

这个型号的航空接收设备是一种陆基参考接收设备，主要用于SBAS地面网络运营来决定电离层延迟时间和 RNSS信号完整性。这种接收设备采用了一种半无码技术。该技术具有

---

<sup>6</sup> 术语“CDMA两种信号”指的是一种码分多址技术。运用这种技术，所有的RNSS和/或SBAS卫星可以用相同的载波频率，但用不同的调制编码来发射信号。有关信号的详细信息，参见 ITU-R M.1787建议书的附件1（GLONASS）和附件2（GPS）。

<sup>7</sup> 术语“FDMA”指的是一种频分多址调制技术。依托这种技术，所有 RNSS 卫星都可以使用同样的调制码，但是每个卫星都用不同的载波频率来传输信号。有关信号的详细信息，参见 ITU-R M.1787 建议书，附件1（GLONASS）。

一种由RNSS信号架构支持的特殊功能，在获知了L1 C/A<sup>8</sup> 编码和载波跟踪的动态载波相位和平均加密时钟速率之后，就可以跟踪 L1 和 L2 P(Y) 编码。这种交叉关联技术提供了测量L2信号延迟的能力，因此使得确定因为电离层而导致的信号延迟的变化成为可能。互相关方案得以制定，部分原因是 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 SBAS 卫星信号。半无码接收设备对干扰更为敏感，这是因为半无码接收设备在操作时并不知晓Y 代码<sup>9</sup>。SBAS 地面接收设备扮演了相当重要的角色，比如在一些已知的固定地点的SBAS地面台站监测 RNSS 信号的完整性。因此，应该可以针对这种接收设备进行适当的保护，确保其能够持续地不间断跟踪 RNSS 信号。这种保护包括，但不限于增加物理缓冲区。表 2 第 5 栏列出了该型号接收设备的特点。

SBAS 地面参考接收设备担任着重要职责，如，在已知的固定地点的SBAS 地面参考台站对 RNSS 系统进行完整性监测。因此，应该可以针对这种接收设备进行适当的保护，确保其能够持续地不间断跟踪 RNSS 信号。这种保护包括，但不限于增加物理缓冲区。

#### 2.1.4 空中导航精密方法接收设备

这种型号的接收设备是一种用于提供精密方法的空中导航接收设备。这种接收设备能使用 CDMA和FDMA RNSS 信号，并同时在几个载波频率上操作。表 2 第 6 栏列出了该型号接收设备的特点。

空中导航接收设备的特点还可能是用于专门为陆地和海洋应用开发的接收设备。本建议书的附件不讨论后两种接收设备。

### 2.2 高精度接收设备

高精度类的接收设备指的是运用双频技术或三频信号和SBAS网络，专门在动态模式下实时提供 1-2 厘米水平的定位精确度。这种接收设备的特点与前面描述的航空半无码 SBAS 地面参考接收设备相类似，但是一些应用的敏感度要超过这些航空应用，因为高精度设备是在挑战性较高的环境里操作的，比如，在树荫下。高精度接收设备和系统一般用于要求定位非常精确的环境中，如农业、建筑、采矿、自然资源管理、科学和勘测。

高精度 RNSS 接收设备采用的是半无码技术。通过代码跟踪其中的一个信号（如，L1 C/A）获知了动态载波相位之后，就可以用半无码技术来捕获和跟踪 2-3 个不同载波的 RNSS 信号。这种接收设备要求对使用的所有RNSS 频段进行保护。保护的基本方法有两个：1) 不同频段的 RNSS 信号互相关；或者 2) 实际上对RNSS 信号进行分别跟踪。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。这个过程可以改善定位的准确性，甚至当接收设备处于移动中也是如此。如果信号的代码相同或几乎是同步的，那么互相关方案就可以实施。相对于同一卫星的另一个载波频率上的信号，这

---

<sup>8</sup> 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，参见ITU-R M.1787 建议书，附件 2(GPS)。

<sup>9</sup> 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。

个载波频率上的信号会在电离层的作用下发生移相和延迟。但是，在信号的代码和载波多普勒相同的时候，使用频段很窄的跟踪回路辅助半无码跟踪的能力就有可能存在。

如果某一个卫星发射 L2C<sup>10</sup> 信号的话，使用这种接收设备的新版本还可能跟踪 L2C 信号。虽然不管在那种情况下，这种接收设备可能都不会针对这颗卫星在半无码模式下操作，但是，既然这些接收设备配合半无码接收设备，对没有 L2C 信号的卫星进行半无码跟踪，他们对干扰的敏感度和半无码对干扰的灵敏度一样高。

多频段接收设备还可以用于商用级网络。在这种应用中，RNSS 信号经过半无码方法处理之后，可以确定信号的电离层延迟。定位网络可以运用这一方法来改善针对大片区域的定位精确度。

与前面 § 2.1 描述的航空半无码接收设备相比，多频段商用地面网络接收设备往往对干扰更为敏感，虽然它甚至还可以跟踪来自单个卫星的 L2C 信号。这种接收设备一般用于在动态环境中操作，不大量运用精确频率参考。下面表 2 中列出的针对高精度 RNSS 接收设备的干扰门限也是用于商用级半无码接收设备。

需要注意的是，这些半无码接收设备的相关跟踪门限（参见表2中“高精度”一栏）都是基于被跟踪信号最为敏感的频段。例如，在一些涉及 1 559-1 610 MHz 频段上操作的多频段应用中，最敏感的信号可能在 1 215-1 300 MHz 频段。ITU-R M.1902建议书提出了针对这种情况的相关保护标准。

表 2 第11栏列出了三种类型接收设备。每种设备都是用一种不同的 RNSS 卫星信号（采用 CDMA 技术接收 L1 P(Y) 信号和 C/A 信号；或针对GLONASS信号、CDMA和/或使用 FDMA 技术）、频率范围和滤波器带宽。两种接收设备的保护标准和其它特点是一样的。

### 2.3 辅助 RNSS (A-RNSS) 接收设备

A-RNSS 指的是商用级便携式辅助 RNSS 接收设备。这种接收设备在“压力”环境下操作，如密林地帯、室内或高楼之间。有时候还作为“辅助手机”的设备来使用，因为还会实时提供辅助信息（多普勒、时间、导航等数据），推动捕获和跟踪显著衰减（比如因为建筑物的墙体）的 RNSS信号。因为浓重的树荫或墙体造成信号衰减，所以标准的 RNSS 接收信号水平很难确定，因此，无法定义相对于接收信号水平的干扰功率门限。

因此，人们接受的办法是在不能将噪音总和的底限在环境噪音底限的基础上推高超过 1dB 水平的前提下，确定干扰功率密度总和的门限。这里的环境噪音底限指的是室内环境的噪音底限（-144 dBW/MHz），相当于噪音系数为 3dB 的接收设备产生的 -141 dBW/MHz 的噪音功率密度，导致在使用圆偏振无源天线输出为 0 dBi 的情况下宽带干扰功率密度总和的限值为 -146.9dBW/MHz。对于窄带总干扰（见图1）来说，干扰功率门限就是 -156.9 dBW。因为这些接收设备一般都有辅助措施，所以捕获和跟踪的门限是相同的。表 2 第 7 栏明确列出了这种接收设备的特点。

---

<sup>10</sup> 关于L2C信号的详细信息，请参看ITU-R M.1787建议书附件2 (GPS)。

## 2.4 通用接收设备

通用接收设备指的是几个型号的 RNSS 接收设备。这些接收设备专门用于车辆导航、行人导航和普通定位等。有关这些设备的三种型号，参见表 2 第 8 栏，另外一类参见第 9 栏。第 8 栏的两种通用接收设备使用不同的信号类型（采用 CDMA 接收 L1 C/A 信号；或针对 GLONASS 信号，CDMA 和/或采用 FDMA 技术）、频率范围和预相关带宽。两种接收设备的保护标准和其它特点都是相同的。第二种通用接收设备（第 9 栏）使用了 CDMA 信号（B1-C）<sup>11</sup>，与第一种通用接收设备相比具有不同的特点和保护标准。

## 2.5 室内定位

室内定位类别的接收设备指的是用于室内， $C/N_0$  往往很低的 RNSS 接收设备。因为载波跟踪不能用来跟踪室内环境的低功率信号，所以这种接收设备只能使用代码跟踪。表 2 第 10 栏中列出了三种这样的接收设备。每种都使用不同的 RNSS 卫星信号（或者采用 CDMA，或针对 GLONASS 信号，CDMA 和/或采用 FDMA 技术）、频率范围和预相关带宽。

## 3 RNSS 针对非 RNSS 无线电发射源的持续干扰门限

在下面的描述中，天线输出的接收功率水平指的是带来干扰源方向最大天线增益的功率水平。图 1 说明了相对总干扰水平 RNSS 规格与使用 L1 C/A 信号的干扰源带宽之间的关系。表 2 相对于针对某些 L1 C/A 接收设备型号校正的 1.0 MHz 干扰带宽跟踪模式门限功率水平（如注 1 所示）。

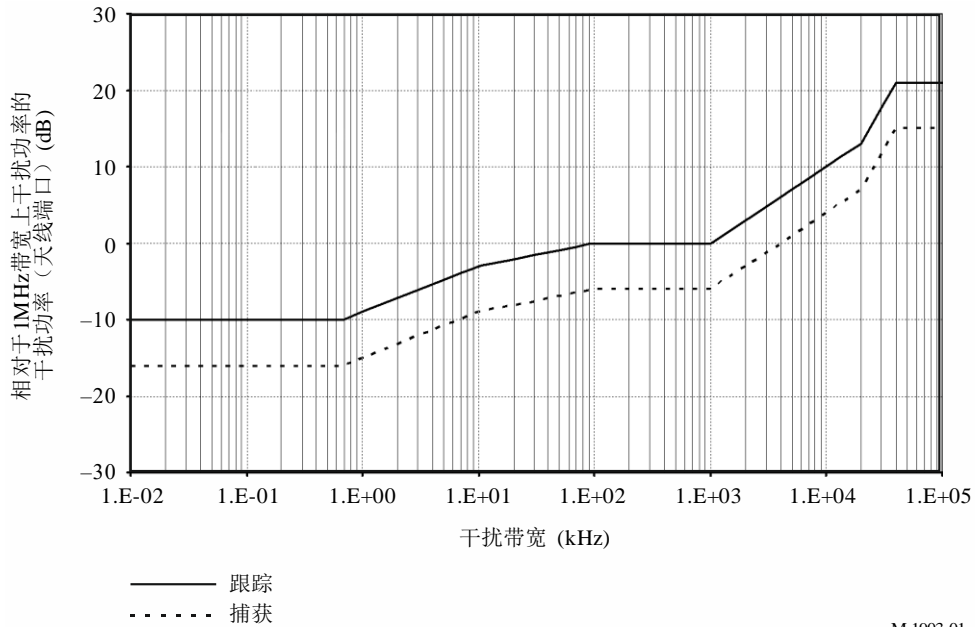
图 1 中的捕获模式曲线适用于 SBAS 和 GBAS 第一种型号的接收设备。A-RNSS 和高精度接收设备的捕获曲线与图 1 中的跟踪模式曲线相同。表 1 列出了图 1 曲线中的带宽断点和相对水平值。

---

<sup>11</sup> 关于 B1-C 信号的细节，参见 ITU-R M.1787 建议书附件 7 (COMPASS)。

图1

使用 L1 C/A 信号的某些类型接收设备的相对持续干扰功率门限



M.1903-01

表 1

使用L1 C/A 信号的某些类型接收设备的相对连续干扰功率门限

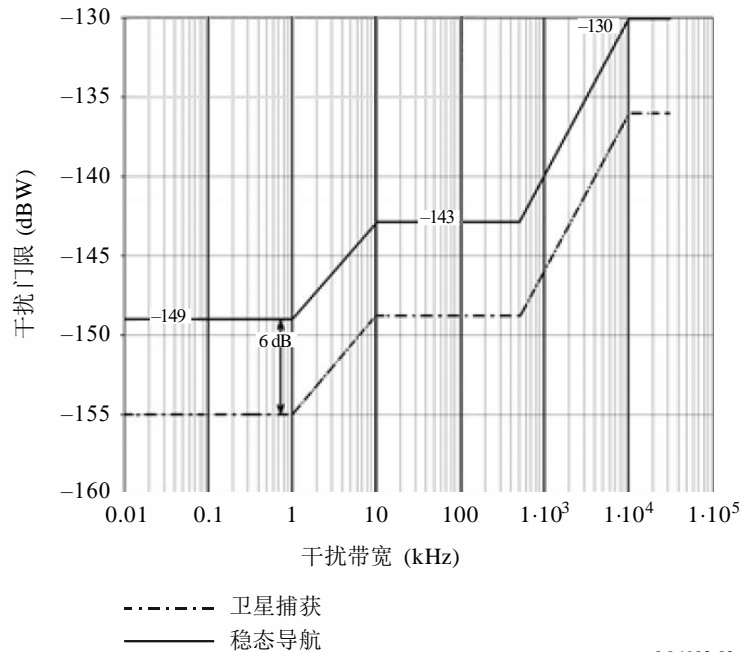
带宽	相对干扰水平
$0 \leq BW_i \leq 700 \text{ Hz}$	-10 dB
$700 \text{ Hz} < BW_i \leq 10 \text{ kHz}$	从 -10 dB 到 -3 dB 呈线性增加
$10 \text{ kHz} < BW_i \leq 100 \text{ kHz}$	从 -3 dB 到 0 dB 呈线性增加
$100 \text{ kHz} < BW_i \leq 1 \text{ MHz}$	0 dB
$1 \text{ MHz} < BW_i \leq 20 \text{ MHz}$	从 0 到 13 dB 呈线性增加 <sup>(1)</sup>
$20 \text{ MHz} < BW_i \leq 30 \text{ MHz}$	从 13 到 19.4 dB 呈线性增加 <sup>(1)</sup>
$30 \text{ MHz} < BW_i \leq 40 \text{ MHz}$	从 19.4 到 21 dB 呈线性增加 <sup>(1)</sup>
$40 \text{ MHz} < BW_i$	21 dB*

<sup>(1)</sup> 对于超过 1 MHz 的干扰带宽，1 575.42 ± 10 MHz 这一频率范围内的干扰功率的谱密度不会超过表 2 列出的相关宽带门限。

图 2 列出了追踪 FDMA RNSS 信号的空中导航接收设备的示例，提供了相关干扰门限水平与干扰源带宽的对比。应该指出的是，图 2 中标示的门限值没有考虑 ICAO 一般情况下在相关标准中规定的安全余量（大约是 6 dB）。

图 2

FDMA 接收设备的干扰门限值



M.1903-02

#### 4 RNSS 接收设备的技术特点和保护标准

针对 1 559-1 610 MHz 频段中一些具有代表性的 RNSS 应用，表 2 列出了相关技术特点和保护标准（最大总干扰门限）。有关更多有关 RNSS 信号的信息，参见 ITU-R M.1787 建议书。附件 1 阐述了安全余量对于 RNSS 接收设备保护的适用性和应用情况。

表 2 针对 RNSS 接收设备的型号或应用范围提出了不同的保护层次。该表中涵盖了下列接收设备和应用：

- SBAS 类别 I 接收设备（2 种型号）和 GBAS 类别 II/III 接收设备（2 种型号）（参见前面 §§2.1.1 和 § 2.1.2，以及表 2 中的第 1-4 栏）。
- SBAS 地面参考接收设备（参见前面 § 2.1.3 和表 2 第 5 栏）。
- 空中导航精密方法接收设备（参见前面 § 2.1.4 和表 2 第 6 栏）。
- 高精度（3 种型号）（参见前文 § 2.2 和表 2，第 11 栏）。
- A-RNSS（参见前文 § 2.3 和表 2，第 7 栏）。
- 通用第 1 种（3 种型号和表 2，第 8 栏）。
- 通用第 2 种（参见前文 § 2.4 和表 2，第 9 栏）。
- 室内定位（3 种型号）（参见前文 § 2.5 和表 2，第 10 栏）。

表 2

## 在 1 559-1 610 MHz 频段上操作的 RNSS 接收设备（空对地）的技术特点和保护标准

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11							
应用 (参见 § 4) 范围	SBAS 类别 I 型号 1	SBAS 类别 I 型号 2	GBAS 类别 II/ III 型号 1	GBAS 类别 II/III 型号 2	SBAS 地面 参考接收 设备*	控制导航精密 方法接收设备	A-RNSS	通用 第 1 种	通用 第 2 种	室内定位	高精度* (参见 11)							
信号频率范围 (MHz)	1 575.42 ± 15.345	1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6 和 1 602 + 0.5625N ± 0.511, 其中 N = +7, ..., +12 (参见注12)	1 575.42 ± 15.345	1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6 和 1 602 + 0.5625N ± 0.511, 其中 N = -12, ..., -8 (Note 15)	1 575.42 ± 15.345	1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6 (参见 注17)	1600.995 ± 7.7	1 575.42 ± 15.345	1 575.42 ± 12  1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6  1600.995 ± 7.7	1 561.098 ± 2.046 1 589.742 ± 2.046	1 575.42 ± 12  1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6  1600.995 ± 7.7  1 575.42 ± 15.345  1 602 + 0.5625K ± 5.11, 其中 K = -7, ..., +6  1600.995 ± 7.7							
上半球的最大 天线增益 (dBi)	+3.0 (圆形) (参见 注5)	+7 (圆形) (参见注13)	+3.0 (圆形) (参见 注 5)	+7 (圆形) (参见注 13 和 16)	-2.0 (圆形) (参见 注 6)	+7 (圆形) (参见注 13)	0.0	6	3	6	+3.0							
低半球的最大 接收天线增益 (dBi)	-5.0 (线性) (参见 注7)	-10 (圆形)	-5.0 (线性) (参见 注8)	-10(圆形)	-9.0 (参见注6)	-10(圆形)	0.0	6 (参见注18)	-10	6 (参见注 18)	-5.0 (参见注10)							
射频滤波器 3 dB 带宽 (MHz)	24.0	30	24.0	30	24.0	30	30.69	32	30	4.196	32	30	30.69 或 32	30				
预相关滤波器 3 dB 带宽 (MHz)	20.46	22	20.46	22	20.46	22	25	20.46	2	22	25	4.096	2	22	25	20.46	22	25
接收系统噪音 温度 (K)	513	400	513	400	513	400	513	645	330	645	513							



表 2 (续)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
应用 (参见§ 4) 范围	SBAS 类别 I 型号 1	SBAS 类别 I 型号 2	GBAS 类别 II/ III 型号 1	GBAS 类别 II/III 型号 2	SBAS 地面 参考接收 设备*	空中导航 精密方法 接收设备	A-RNSS	通用 第 1 种	通用 第 2 种	室内定位	高精度* (参见注 11)	
<u>连续干扰的门限值</u>												
无源天线输出的 窄带总干扰的跟踪模式门限功率 水平 (dBW)	-150.5 (参见注1 和 2)	-149 (参见注3 和 14)	-150.5 (参见注 1 和 2)	-149 (参见注 3 和 14)	-160.0 (参见注 9)	-149 (参见注3 和 14)	-156.9 (参见 注2)	-152 (参见注2, CDMA) (参见注 3, FDMA 和码分多址 (载频 1 600.995MHz))	-150 (参见 注 4)	-184 (参见注 2, CDMA) (参见注 3, FDMA 和码分多址 (载频1 600.995MHz))	-157.4 (参见 注 2)	-157.4 (参见 注 3)
无源天线输出的 窄带总干扰的捕获模式门限功率 水平 (dBW)	-156.5 (参见注1 和 2)	-155 (参见注3 和 14)	-156.5 (参见注 1 和 2)	-155 (参见注 3 和 14)	-157.4 (参见注9)	-155 (参见注3 和 14)	-156.9 (参见 注1)	-158 (参见注 2, CDMA) (注 3, FDMA和码分 多址 (载频 1 600.995MHz))	-156 (参见 注4)	-190 (参见注 2, CDMA) (参 见注 3, FDMA 和码分多址 (载频1 600.995 MHz))	-157.4 (参见注2)	-157.4 (参见注 3)
无源天线输入的 宽带总干扰的跟踪模式门限功率 密度水平 (dB(W/MHz))	-140.5 (参见注1 和 2)	-140 (参见注3 和 14)	-140.5 (参见注 1 和 2)	-140 (参见注3 和 14)	-146.0 (参见 注 9)	-140 (参见注 3 和 14)	-146.9 (参见 注 1)	-136 (参见注2, CDMA) (参见 注3, FDMA 和码分多址 (载频 1 600.995MHz))	-140 (参见 注4)	-142 (参见注2, CDMA) (参见 注3, FDMA和码 分多址 (载频 1 600.995 MHz))	-147.4 (参见 注 2)	-147.4 (参见 注 3)

表 2 (完)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
应用 (参见§ 4) 参数\	SBAS 类别 I 型号 1	SBAS 类别 I 型号 2	GBAS 类别 II/ III 型号 1	GBAS 类别 II/III 型号 2	SBAS 地面 参考接收 设备*	空中导航精 密方法接收 设备	A-RNSS	通用 第 1 种	通用 第 2 种	室内定位	高精度* (注11)	
无源天线输出 (dB(W/MHz)) 的宽带总干扰的 捕获模式门限功 率密度水平 (dB(W/MHz))	-146.5 (参见注1 和 2)	-146 (参见注3 和 14)	-146.5 (参见注1 和 2)	-146 (参见注3 和 14)	-147.4 (参见 注9)	-146 (参见注 3 和 14)	-146.9 (参见注 2)	-142 (参见注2, CDMA) (参见注 3, FDMA 和码分多址 (载频1 600.995MHz))	-146 (参见注 4)	-148 (参见注2, CDMA) (参见 注3, FDMA和码 分多址(载频1 600.995MHz))	-147.4 (参见注 2)	-147.4 (参见注 3)
<b>脉冲干扰的门限值 (见注22)</b>												
(注 19) 接收设备 输入饱和水平 (dBW) (参见 注19)	-135(注20)	-80	-135(注20)	-80	-135	-80		-70	-70	-100	-120	
接收设备生存水 平(dBW) (注22)	-10(注21)	-1	-10(注21)	-1	-10	-1		-20	-20	-17	-20	
过载恢复时间 (s) (注22)	$25.0 \times 10^{-6}$	$(1-5) \times 10^{-6}$	$25.0 \times 10^{-6}$	$(1-5) \times 10^{-6}$	$25.0 \times 10^{-6}$	$(1-5) \times 10^{-6}$		$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ 至 } 30) \times 10^{-6}$	

表2的注:

\* 表格中的纵栏列出了在 1 559-1 610 MHz 频段上操作的接收设备的特点和门限值。(这种型号的 CDMA 接收设备操作的信号是 ITU-R M.1787建议书附件2描述的信号)。对于同时捕获和跟踪 1 215-1 300 MHz 频段和/或 1 164-1 215 MHz频段上运作的信号的接收设备的特点和门限值来说,同时参见 ITU-R M.1903建议书和/或ITU-R M.1905建议书。

注 1 – 用于ITU-R M.1318-1 建议书的干扰评估模型时, 门限值被插入第一行 (a), 6 dB (安全余量, 如附件1描述) 被插入评估模板的 (b) 行。

注 2 – 我们认为窄带持续干扰的带宽低于700 Hz, 而宽带持续干扰的带宽超过1 MHz。700 Hz - 1 MHz 之间的干扰带宽门限参见 § 3 (见图 1 和 表 1)。这些数值针对 L1 C/A 代码, 不能用于脉冲干扰强烈的环境。

注 3 – 对于FDMA和CDMA（载频1 600.995 MHz）信号处理来说，窄带连续干扰的带宽低于 1 kHz。宽带持续干扰的带宽大于 500 kHz。图2提供了1 kHz至500 kHz之间的干扰带宽门限值。

注 4 – 窄带持续干扰的带宽低于 700 Hz，宽带持续干扰的带宽超过 1 MHz。

注 5 – 最大上半球接收机RHCP天线增益适用于相对于天线水平面75°和大于75°的倾斜角。

注 6 – 列出的最大上半球增益值适用于30° 倾斜角（最大RFI 到达角）。列出的最大低半球增益值适用于5° 倾斜角。

注 7 – 列出的最大增益值适用于 0° 倾斜角。对于 0° - -30° 之间的倾斜角来说，最大增益降低到 -10 dBi。对于 -30° - -90°，最大增益值保持 -10 dBi 不变。

注 8 – 列出的最大低半球增益适用于 0° 倾斜角。对于 0° - -30° 倾斜角来说，最大增益值降低到-10 dBi，对于 -30° - -45°的仰角来说，最大增益值保持 -10 dBi 不变。对于-45° - -90°的仰角来说，最大增益限值是 -13 dBi。

注 9 – 跟踪值适用于 L1 SBAS 信号。跟踪门限基于“FAA 规范 FAA-2892B”（修改编号0012）。捕获值适用于I/N为-6 dB 的 L1 C/A 信号。窄带和宽带的持续干扰带宽分别是700 Hz（最大）和1 MHz（最小）。这两个限值之间的干扰带宽门限没有确定，还需要进一步研究。

注 10 – 列出的下半球增益值适用于低于 +10° 的倾斜角。

注 11 – 本纵栏提供的特点和保护水平也适用于专门用于特定 RNSS 应用（如，单频地面网络、精密导航）的 RNSS 接收设备。（参见上面 § 2.2 中的高精度定义。）（参见前文 § 2.2高精度定义。）本型号接收设备的脉冲干扰响应参数还需要结合 ITU-R 有关脉冲 RFI 的普通评价方法进行深入研究。

注 12 – 此型号的接收设备在几个载波频率上同时操作。载波频率的定义方法是 $f_c(\text{MHz}) = 1\,602 + 0.5625K$ 。在其中 $K = -7, \dots, +6$  (RNSS 信号)。

注 13 – 接收天线增益在 5 度倾斜角的最小值是 -5.5 dBi。

注 14 – 此门限可以用于指代所有干扰的总和。该门限值不包括任何安全余量。

注 15 – 此型号的接收设备可以同时几个载波频率上操作。载波频率的定义方法是  $f_c(\text{MHz}) = 1\,602 + 0.5625K$ ,  $K = -7, \dots, +6$  (RNSS 信号) 和  $f_c(\text{MHz}) = 1\,602 + 0.5625N$ , 其中  $N = -12, \dots, -8$  (ARNS信号)。

注 16 – 接收天线增益在 5 度倾斜角的最小值是 -21 dBi (ARNS信号)。

注 17 – 此型号的接收设备可以同时几个载波频率上操作。载波频率的定义方法是 $f_c(\text{MHz}) = 1\,602 + 0.5625K$ ，在其中  $K = -7 - +6$ 。2006 年之前制造的导航接收设备可以在载波数量为 (K) -7 到 +12 的导航信号上操作。

注 18 – 因为 RNSS 的某些接收应用的天线几乎可以指向任何一个方向，但是低半球的最大天线增益可以（在最不理想的情况下）等于上半球的最大天线增益。

注 19 – 除非另有规定，否则对于使用载波频率1 575.4 MHz工作的接收机，接收机输入饱和电平适用于本表第4行中相应的射频滤波器3-dB带宽，前提是接收机射频滤波器3-dB带宽不超出1 559-1 610 MHz频段。对于其他载波频率，目前正在研究接收机输入饱和电平的相应射频带宽。

注20 – 这些接收机的输入饱和电平适用于1 MHz带宽内的功率。

注21 – 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。

注22 – 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。

---