

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.2030 建议书

(12/2012)

**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**

M 系列

**移动、无线电测定、业余
和相关卫星业务**



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
2014年，日内瓦

© 国际电联 2014

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.2030 建议书

**非卫星无线电导航业务的相关无线电电源对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 217-2/4和ITU-R 288/4号课题)

(2012年)

范围

本建议书提供非卫星无线电导航业务 (RNSS) 的相关无线电电源¹对1 164-1 215 MHz、1 215-1 300MHz和1 559-1 610 MHz频段内卫星导航业务系统和网络造成脉冲干扰²进行初步评估所用的方法。评估方法包括每一频段和每类RNSS接收机的一套公式、推荐使用参数表和允许的劣化比³。虽然评估方法所含公式适用于1 559-1 610 MHz频段中的RNSS接收机, 但需开展进一步研究, 以便在彻底确定1 559-1 610 MHz频段的评估方法前, 确定该频段所需的推荐方法参数表和允许的劣化比。

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、导航和授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) 无线电发射机通常会根据其使用条件进行一定程度的带外发射;
- c) 虽然《无线电规则》(RR) 附录3规定了允许的最大发散发射功率电平, 但也指出, 在某些情况下, 这些功率电平可能无法充分保护空间业务的接收电台, 因此应根据电台的地理位置考虑在每一具体情况下采用更为严格的功率电平, 同时该附录规定的电平可能不适用于使用数字调制技术的系统;
- d) 1 164-1 215 MHz、1 215-1 300MHz、1 559-1 610 MHz和5 010-5 030 MHz频段亦划分给了除RNSS外的其它主要或次要业务;
- e) RNSS频段内来自其它RNSS系统和网络的发射、其它业务和无线系统的发射以及无用发射可能对RNSS系统或RNSS网络的接收机造成干扰, 因此应在干扰评估中予以考虑;

1 “相关”一词系指通过其它手段 (如, 扫描天线波束的使用) 在RNSS接收机上发射射频脉冲或生成等效射频脉冲的无线电电源。

2 ITU-R M.1318-1建议书提供有关持续干扰源的分析方法。

3 有关劣化比的描述见附件1第3段, 有关允许劣化比数值见第4段。

f) 需要开展进一步的工作，以充分明确在1 559-1 610 MHz和5 010-5 030 MHz频段内及附近出现的脉冲射频（RF）发射源对RNSS接收机产生的干扰影响，

注意到

- a) 若干ITU-R建议书均提供RNSS系统和网络操作的技术数据和保护标准；
- b) ITU-R RS.1347还提供脉冲干扰评估方法，评估1 215-1 300 MHz频段内合成孔径雷达对RNSS接收机的干扰以及测量测试结果；
- c) ITU-R M.2220号报告提供评估该建议书所使用特定参数的方法以及支持性材料和示例，

认识到

《无线电规则》第4.5款阐明，“为某种业务的电台分配频率时，应考虑给该电台分配的频段不至导致紧邻其频段的业务遭受有害干扰，并以此为准确定频段间的间隔”，

做出建议

1 应采用本建议书附件1提供的分析方法对RNSS以外其它无线电源对1 164-1 215 MHz或1 215-1 300 MHz频段的RNSS系统和网络带来的脉冲干扰进行初步评估；

2 如果该方法的采用显示脉冲干扰可能妨碍RNSS系统或网络正常运行的能力，则可能需要进行更加详细的分析；

3 应开展研究工作，以制定包含在非RNSS相关无线电源对1 559-1 610 MHz频段内RNSS系统或网络产生潜在脉冲干扰的初步评估分析方法之中的参数（见以下注）。

注 – 附件1中的分析方法公式适用于1 559-1 610 MHz频段。

附件1

非RNSS的相关无线电源对1 164-1 215 MHz、1 215-1 300MHz 和1 559-1 610 MHz频段内RNSS系统和网络造成 脉冲干扰初步评估的分析方法

1 引言

ITU-R M.1318-1建议书制定了对RNSS接收机产生持续RF干扰⁴（RFI）的评价模型，但ITU-R意识到有必要研究解决RF脉冲干扰问题。本附件通过基本概念衍生出一种用于RNSS接收机的脉冲RFI评估方法。ITU-R M.2220号报告涵盖用于干扰评估的、计算综合脉冲干扰参数的背景材料和方法。以下第2节提供一些背景情况，并阐明两种基本类型RNSS接收机的FRI劣化公式。第3节说明如何应用劣化公式来评估更多的脉冲RFI产生的影响。第4节列出脉冲RFI评估中推荐使用的基本RFI方法所用参数及允许的劣化比。

2 脉冲RFI对RNSS接收机影响的特性

两个航空标准组织⁵的研究表明，影响1 164-1 215 MHz频段内飞行高度为200或以上（平均海平面（MSL）上6 096米）RNSS航空导航接收机的最高脉冲RFI发生在世界若干局部地区。通过这些研究制定了通用RNSS接收机信号处理方法模型（用以缓解很强的脉冲FRI）以及表示该接收机后关联信号质量测量（ $C/N_{0,EFF}$ ）劣化量的相关公式⁶。还通过一项研究⁷制定了无特别脉冲RFI缓解手段的、传统接收机的可比较劣化公式。上述两个劣化公式均既处理持续RFI，也处理脉冲RFI。由此，二者不仅有益于确定RFI保护标准，而且可用以分析超出最初基本情况的所有新脉冲或持续RFI的干扰影响。以下第2.1和2.2节详细阐明RFI劣化公式。

2.1 有效噪声密度计算方法（接收机熄减脉冲）

有效减少航空导航接收机的强大脉冲RFI的手段为熄减脉冲（pulse blanker）。该熄减的一个方面是峰值功率电平低于熄减门限值的脉冲RFI信号与接收机噪声和持续RFI的非熄减成份相结合。另一个主要方面是，在出现强脉冲和功率电平高于熄减门限值时，熄减将关联器中的信号和噪声“归零”。下述公式估算由脉冲熄减在信号互关联器输出端产生的有效噪声

⁴ 持续干扰在此的含义为，由于通常一直存在的较长连续不断的功率的干扰。它与脉冲干扰不同，后者的分析是基于脉冲持续时间、峰值功率和占空比等进行的。

⁵ RTCA，总部位于美国，和在欧洲的EUROCAE。

⁶ RTCA SC-159，“与GNSS L5/E5A频段相关的射频干扰的评估”，RTCA RTCA/DO-292号文件，华盛顿特区，2004年7月29日，第3.6.2.3节。

⁷ *ibid* RTCA/DO-292，附录D.2.2。

– 加 – 干扰密度 ($N_{0,EFF}$)。 $N_{0,EFF}$ 非常一般化，可用于RNSS接收机的所有RFI环境，因为随着环境的变化，公式的输入变量对RFI予以限定。有效后互关联器噪声 – 加 – 干扰密度 $N_{0,EFF}$ 确定为：

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0}{(1 - PDC_B)} \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right) \quad (1)$$

其中：

$$R_I = \left(\frac{1}{N_0 \times BW} \right) \sum_{i=1}^N P_i \times dc_i \quad (2)$$

在上述公式中：

- R_I : 为低于熄减门限值总集合平均脉冲RFI的后互关联器功率密度与接收机温度噪声比（无单位比）
- PDC_B : （熄减脉冲占空比）为超出熄减门限值的所有脉冲的净集合占空比（无单位分数）
- N_0 : 为以W/Hz表示的RNSS接收机系统温度噪声功率频谱密度（= kT_{sys} ）
- $I_{0,WB}$: 为特定RNSS接收机应用的总宽带等效持续RFI功率频谱密度（W/Hz）⁸
- BW : 为前相关器RF/IF带宽（Hz）
- P_i : 为峰值电平低于熄减门限值的第*i*个脉冲源（参考至天线输出）的收到峰值功率（W）
- dc_i : 为第*i*个低于熄减脉冲源的占空比（无单位分数）
- N : 为产生所收到峰值电平低于熄减门限值脉冲的发射源总数。

如上所定义， $N_{0,EFF}$ 将所有对噪声温度密度、宽带持续RFI密度和RNSS信号损耗上的所有脉冲RFI影响予以合并。⁹公式(1)和(2)中的所有噪声和干扰参数均为接收系统无源天线终端参数。请注意，在公式(1)中，如果没有脉冲RFI（即， R_I 和 $PDC_B = 0$ ）时，则 $N_{0,EFF}$ 等式缩减为持续RNSS RFI分析中使用的、更为简单的表达式（ $N_{0,EFF} = N_0 + I_{0,WB}$ ）。

集合脉冲RFI参数 – PDC_B – 由单独异质脉冲发射系统“a”、“b”和“c”的成份建立，具体如下：

$$PDC_B = 1 - (1 - PDC_a)(1 - PDC_b)(1 - PDC_c) \quad (3)$$

其中：

- PDC_a : 系统“a”脉冲高于熄减门限值的脉冲占空比（如测距设备/战术航空导航（DME/TACAN））

⁸ 有关该参数的更多细节见ITU-R M.2220。

⁹ 有关 $N_{0,EFF}$ 的更多细节见ITU-R M.2220号报告。

PDC_b : 系统“b”脉冲的高于熄减门限值脉冲的占空比（如，通信导航识别（CNI）系统）；

PDC_c : 系统“c”脉冲的高于熄减门限值的脉冲占空比（如，航空无线电导航业务/空中交通控制系统（ARNS/ATC））。

通常，由下述公式给出一个系统（ x ）的每个单独源（ i ）的高于熄减门限值的脉冲占空比 $PDC_{x,i}$:

$$PDC_{x,i} = (PW_{x,i} + \tau_{REC}) \cdot PRF_{x,i} \quad (3a)$$

其中:

$PW_{x,i}$: 为实际收到的高于熄减门限值的宽度（s）

τ_{REC} : 为接收机过载恢复时间（s）；

$PRF_{x,i}$: 为脉冲重复率（Hz）。

集合脉冲RFI参数 R_I 由发射系统“a”、“b”和“c”的单独异质发射系统成份得出，具体如下:

$$R_I = R_a + R_b + R_c \quad (4)$$

其中 R_a 、 R_b 和 R_c 分别为系统“a”、“b”和“c”的低于熄减信号接收机噪声密度比。

计算这些比率时不考虑来自多种单独脉冲RFI源的在时间上重叠的其它任何脉冲的存在。下列公式定义一个系统（ y ）单独脉冲源（ j ）收到的、低于削减门限值脉冲 $dc_{y,j}$ 的占空比:

$$dc_{y,j} = PW_{y,j} \cdot PRF_{y,j} \quad (4a)$$

该等式右侧各项的确定类似于(3a)，唯一不同是，它们针对的是低于熄减门限值的脉冲特性。

2.2 有效噪声密度计算（接收机脉冲饱和）

RNSS频段中用于路基应用的某些RNSS接收机可能不会像航空导航或类似接收机那样受到大量带内或相邻频段脉冲RFI的影响。由此，这些接收机可能不包含上述第2.1段所述的脉冲熄减电路，但可能会短时被附近RFI脉冲源饱和。脉冲RFI的存在会降低RNSS接收机可容忍的持续RFI量。通过确定有效后互关联器噪声功率频谱密度 $N_{0,EFF}$ 可量化饱和RNSS接收机的脉冲和持续RFI的影响，具体如下:

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0 \cdot \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right) \left(1 + \frac{N_{LIM}^2 \cdot PDC_{LIM}}{(1 - PDC_{LIM})} \right)}{(1 - PDC_{LIM})} \quad (5)$$

其中:

N_0 : 以W/Hz表示的接收系统温度噪声功率频谱密度（= kT_{SYS} ）

$I_{0,WB}$: 总宽带等效持续RFI功率频谱密度（W/Hz）

PDC_{LIM} : 饱和RFI脉冲的集合分数占空比（无单位）

R_I : 集合低于饱和的平均脉冲RFI功率密度与 N_0 比（无单位）

N_{LIM} : 接收机模拟数字 (A/D) 饱和电平 1σ 噪声电压 (通过自动增益控制 (AGC) 现实) 比 (无单位)。

公式(5)中的所有噪声和干扰项均为接收系统无源天线终端的参考项。参数 N_{LIM} 是由A/D转换确定的接收机参数。对于最简单的硬性限制RNSS接收机 (拥有“1-bit”量化因子), $N_{LIM} =$ 单位。由于在这种情况下接收机限制噪声, 因此, RFI参数 R_I 基本为零。在更普通情况中, R_I 与接收机A/D饱和度和低于饱和的RFI脉冲 (定义形式与公式(2)中的形式相同) 的峰值功率和脉冲占空比相关。如公式(1)一样, PDC_{LIM} 和 R_I 项代表所涉脉冲RFI源的集合数值。亦请注意, 如不存在脉冲RFI, 则RFI参数 PDC_{LIM} 和 R_I 为零, 因此, 公式(5)缩减为 $N_{0,EFF} = N_0 + I_{0,WB}$ - 令人熟悉的有关持续RFI分析的定义。

构成集合占空比的单独来源饱和脉冲占空比 $PDC_{LIM,j}$ 的确定形式与公式(3a)相同, 唯一不同是它针对接收机输入饱和度 (通过图表化接收机输入压缩电平进行近似)。单独来源的低于饱和的占空比的定义形式与公式(4a)相同。

如果给出 $N_{0,EFF}$ 最大值和一套脉冲RFI参数, 则可利用公式(5)解决非RNSS干扰成份的允许集合持续宽带功率频谱密度。

2.3 有效噪声功率频谱密度 ($N_{0,EFF}$) 公式的使用限制

如果RFI脉冲宽度值为0.1至1 000微秒, 则上述第2.1和2.2段阐明的确定 $N_{0,EFF}$ 的等式表明, 它们恰当地表示了脉冲RFI对1 164-1 215 MHz和1 215-1 300 MHz频段内RNSS接收机信号跟踪模式的影响。对于进行信号捕获的RNSS接收机而言, 所述公式也恰当地表示了脉冲RFI对相同RFI脉冲宽度的影响, 前提是相关脉冲占空比保持中等程度。

对于集成时间很短 (约1-2微秒) 的某些信号捕获, 对于RNSS接收机而言, 第2.1和2.2段所述公式可能在脉冲占空比很高时, 不能恰当表示脉冲RFI对相同RFI脉冲宽度范围的影响 (包括1 559-1 610 MHz频段)。有鉴于此, 需要开展进一步研究, 以确定高占空比和长干扰脉冲的使用限制并验证公式预测。

3 脉冲RFI评估方法理念

上述第2节阐明脉冲和持续RFI对两类基本RNSS接收机产生的综合影响。对于RNSS接收机而言, 这种RFI综合影响以有效噪声加干扰功率频谱密度 $N_{0,EFF}$ 的形式表现。通过与上述参数 (脉冲参数 PDC 和 R_I 以及持续参数 ($I_{0,WB}/N_0$)) 与三个RFI源有关的参数来确定收到的RFI的特性。如上述公式所示, $I_{0,WB}$ 项用以表示RNSS接收天线上的总宽带等效持续RFI功率频谱密度。为最大程度地简化脉冲RFI的分析, 假设 $I_{0,WB}$ 项是表示基本状况的一个固定值。

此外, 这里还直接或间接涉及到接收机的特定技术特性 (如 N_0 - 接收机系统温度噪声功率频谱密度)。通过包括新来源 $N_{0,EFF-New}$ 的 $N_{0,EFF}$ 与基本数值 $N_{0,EFF}$ 之比可以确定将更多脉冲RFI加到预先确定的基本情况后的影响。

3.1 在脉冲熄滅RNSS接收机上增加更多脉冲RFI（案例1）

利用公式(1)和(2)确定基本 $N_{0,EFF}$ （假设存在非零脉冲RFI），具体如下：

$$N_{0,EFF} = \frac{N_0}{(1-PDC_B)} \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right) \text{ with } R_I = \left(\frac{1}{N_0 \times BW} \right) \sum_{i=1}^N P_i \times dc_i$$

其中，通过公式(3)和(4)、 $(1-PDC_B) = (1-PDC_a)(1-PDC_b)(1-PDC_c)$ 及 $R_I = R_a + R_b + R_c$ （源于基本脉冲源组a、b和c）。

如果引入更多脉冲源（或脉冲源组）Y，那么扩展为：

$$(1-PDC_{B+Y}) = (1-PDC_a) (1-PDC_b) (1-PDC_c) (1-PDC_Y) = (1-PDC_B) (1-PDC_Y)$$

和

$$R_{I+Y} = R_a + R_b + R_c + R_Y = R_I + R_Y$$

此外，同样，

$$N_{0,EFF+Y} = \frac{N_0}{(1-PDC_{B+Y})} \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_{I+Y} \right)$$

与基本情况相关的RFI劣化可计算为 $\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}}$ ：

$$\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} = \frac{(1-PDC_B) \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I + R_Y \right)}{(1-PDC_{B+Y}) \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right)} = \frac{1}{(1-PDC_Y)} \left[1 + \frac{R_Y}{\left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right)} \right] \quad (6)$$

请注意， PDC_Y 和 R_Y 均为使用功率参考点（熄滅门限值的高点）的RNSS接收机输入压缩电平进行的估算。高于熄滅门限值脉冲（ PDC_Y ）的占空比计算则采用了(3a)所述的接收机过载恢复时间。

3.2 为饱和RNSS接收机增加更多脉冲RFI（案例2）

3.2.1 饱和RNSS接收机 – 非零的基本脉冲RFI（案例2a）

在本分案例中，假设脉冲RFI存在于基本环境中（即基本 PDC 和/或 $R_I > 0$ ）。如引入更多的饱和脉冲源组Y，则可以类似于案例1的方法定义新的综合RNSS脉冲RFI参数 PDC_{LIM+Y} 和 R_{I+Y} ，具体如下：

$$(1-PDC_{LIM+Y}) = (1-PDC_{LIM}) (1-PDC_Y) \text{ and } R_{I+Y} = R_I + R_Y$$

其中， PDC_{LIM} 和 R_I 表示基本环境的脉冲RFI参数， PDC_Y 和 R_Y 表示增加的来源组脉冲RFI参数。与案例1类似，通过使用公式(5)的扩展确定劣化比，具体如下：

$$\begin{aligned}
\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} &= \frac{N_0 \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_{I+Y} \right) \left(1 + \frac{N_{LIM}^2 PDC_{LIM+Y}}{(1-PDC_{LIM+Y})} \right) (1-PDC_{LIM})}{N_0 \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right) \left(1 + \frac{N_{LIM}^2 PDC_{LIM}}{(1-PDC_{LIM})} \right) (1-PDC_{LIM+Y})} \\
&= \frac{1}{(1-PDC_Y)} \left[1 + \frac{R_Y}{\left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_I \right)} \right] \left[1 + \left(\frac{N_{LIM}^2 PDC_Y}{(1-PDC_Y) \left[1 + PDC_{LIM} (N_{LIM}^2 - 1) \right]} \right) \right]
\end{aligned} \quad (7)$$

此外，如果RNSS接收机是硬性限制接收机 $N_{LIM} = 1$ 和 $R_I = R_Y \cong 0$ ，则劣化比简化为：

$$\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2} \quad (7a)$$

3.2.2 饱和RNSS接收机 – 零基本脉冲RFI（案例2b）

在该分案例中，如假设基本环境中无脉冲RFI（即基本PDC和 $R_I = 0$ ）并引入饱和脉冲来源组Y（脉冲RFI参数 PDC_Y 和 R_Y ），则劣化比可确定为：

$$\begin{aligned}
\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} &= \frac{N_0 \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} + R_Y \right) \left(1 + \frac{N_{LIM}^2 \cdot PDC_Y}{(1-PDC_Y)} \right)}{N_0 \left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} \right) (1-PDC_Y)} \\
&= \frac{1}{(1-PDC_Y)} \left[1 + \frac{R_Y}{\left(1 + \frac{I_{0,WB}}{N_0} \right)} \right] \left(1 + \frac{N_{LIM}^2 \cdot PDC_Y}{(1-PDC_Y)} \right)
\end{aligned} \quad (8)$$

此外，如果接收机为硬性限制接收机 $N_{LIM} = 1$ 和 $R_Y \cong 0$ ，那么劣化比变为与公式(7a)相同，即：

$$\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2}$$

4 允许的劣化比和相关评估方法参数

表1列出对1 164-1 215 MHz频段内RNSS以外相关无线电源对RNSS系统或网络产生脉冲干扰做出初步评估时可采用的基本方法参数和允许的劣化比¹⁰。该表中的RNSS接收机类型源于ITU-R M.1905建议书。如果更多脉冲干扰源的分析结果给出超过表1的、可允许RNSS接收机劣化比的数值（以dB表示， $(10 \log_{10} (N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF}))$ ），那么可能需要更详细地分析更多脉冲干扰产生的影响，以确定新的干扰对于受影响的RNSS接收机是否是可接受的。表中列出

¹⁰ 允许劣化比为基本RFI环境中不存在的、新的计划脉冲源产生的RFI影响的上限，通过考虑总体RFI予以确定，包括接收机可以容忍、且依然能满足所要求性能的基本参数。

的基本脉冲RFI方法参数 – PDC 和 R_I 以及持续参数 – $I_{0,WB}/N_0$ – 应用于相关劣化比公式中（公式6 – 脉冲熄减RNSS接收机（ $N_{LIM}=0$ ）；或公式7、7a或8 – 饱和RNSS接收机（ $N_{LIM} \geq 1$ ））。可使用ITU-R M.2220号报告所述方法计算劣化公式中新脉冲RFI源（或源组）的脉冲参数。

表1

1 164-1 215 MHz频段内RNSS接收机（空对地）的
基本脉冲RFI方法参数和允许劣化比*

接收机类型	N_{LIM} (无单位) (注4)	基本 PDC (无单位)	基本 R_I (无单位)	基本 $I_{0,WB}/N_0$ 比 (无单位)	脉冲源的允许劣化比 (dB) (注2、3)
1号航空导航接收机 (CDMA) (注1、5)	0	0.6527	0.9628	1.0551	0.1
2号航空导航接收机 (FDMA) (注1、5)	1	0.6527	0.9628	0.455	0.1
高精度 (CDMA) (注5)	2	0.0941	0	0.5012	0.2
高精度 (FDMA) (注5)	2	0.0941	0	0.5012	0.2

* 其它类型RNSS接收机的参数值有待制定。本附件第3段中的劣化比公式可用以预测脉冲干扰对未列出参数的RNSS接收机造成影响的总体性质。

注1 – 所列基本参数为美国高度很高的热点案例，包括现有DME/TACAN、CNI和ARNS/ATC脉冲源。劣化限值适用于新的航空脉冲源或源组产生的影响。

注2 – ITU-R M.1318-1建议书适用的、持续源的无用发射将不影响脉冲源的允许劣化比。

注3 – 基本RFI环境中不存在的新脉冲源的允许劣化比要求考虑同时照射RNSS接收机的、多脉冲源对RNSS接收机产生的累积影响。

注4 – 带有脉冲熄减的接收机的 N_{LIM} 值为零。

注5 – 其基础是1微秒过载恢复时间。

表2给出1 215-1 300 MHz频段的类似参数。表中RNSS接收机类型源自ITU-R M.1902建议书。与表1的程序类似，表中所列基本模式的脉冲RFI参数 – PDC 和 R_I 以及持续参数 – $I_{0,WB}/N_0$ – 应用于相关劣化比公式之中（公式6--脉冲熄减RNSS接收机（ $N_{LIM}=0$ ）；或公式7、7a、或8饱和RNSS接收机（ $N_{LIM} \geq 1$ ））。对实际劣化比的公式结果与表2中的允许劣化比数值之间进行了比较。

表2

1 215-1 300 MHz频段内RNSS接收机（空对地）的基本脉冲
RFI方法参数和允许劣化比*

接收机类型	N_{LIM} (无单位) (注1)	基本PDC (无单位) (注2)	基本 R_I (无单位) (注2)	基本 $I_{0,WB}/N_0$ 比 (无单位)	脉冲源的允许 劣化比 (dB) (注3)
SBAS ¹¹ 地面参考 接收机	1	0.0793 (注4)	0	0.3925	0.2
高精度半无代码接 收机	2	0.0765 (注4)	0	0.3983	0.2
航空导航接收机 (FDMA)	1	0.1327 (注4)	0	0.455	0.1
航空导航接收机 (FDMA)	1	0.1723 (注5)	0	0.455	0.1

* 其它类型RNSS接收机的参数值有待制定。本附件第3段中的劣化比公式可用以预测脉冲干扰对未被列出参数的RNSS接收机造成影响的总体性质。

注1 – 带有脉冲熄减的接收机的NLIM数值为零。

注2 – 本表给出的基本脉冲源参数被视为最差情况参数。预期在多数实际环境中，可能存在多种不同PDC值的脉冲干扰源，因此，其基本集合脉冲干扰PDC将低于表中数值，在进行做出建议第2段所要求的详细分析时，应将这些实际情况考虑在内。

注3 – 基本RFI环境中不存在的新脉冲源的允许劣化比要求考虑同时照射RNSS接收机的、多脉冲源对RNSS接收机产生的累积影响。

注4 – 其基础是1微秒过载恢复时间。

注5 – 基于30微秒的过载恢复时间。

本附件所述的劣化比公式亦可用以预测脉冲干扰对1 559-1 610 MHz频段内RNSS接收机产生影响的总体性质。然而，进行脉冲干扰影响评估所需的、1 559-1 610 MHz频段内的推荐评估方法和允许劣化数值表尚有待制定。该项工作的出发点可以是ITU-R M.2220号报告所述的基本方法，并对其加以调整，以确定1 559-1 610 MHz频段内和附近脉冲RF系统的集合干扰参数，同时顾及到该频段内和频段附近的持续干扰源。

¹¹ 星基增强系统 (SBAS)。

附件2

脉冲RFI分析评估方法应用示例

本附近介绍两个应用附件1所述分析评估方法的示例，这些被用以确定同一种新的脉冲RF干扰源对1 215-1 300 MHz频段内两种不同类型RNSS接收机产生的影响。

1 在用RNSS接收机基本案例描述

假设两类不同RNSS接收机 – SBAS地面参考接收机和某种高精度半无代码接收机（1 215-1 300 MHz频段）在一单一脉冲雷达系统附近正常操作。假设该雷达系统在这两类接收机的前互关联器滤波带通内产生脉冲信号（接收机对这些信号予以充分饱和）。如附件1表2所列，假设基本雷达系统产生下列收到的脉冲RFI因数：

$$PDC = 0.0765,$$

$$R_I = 0。$$

SBAS地面参考接收机的相关参数为：

$$N_{LIM} = 1.0$$

$$\tau_{REC} = 1.0 \mu\text{s}。$$

高精度半无代码接收机的相关参数为：

$$N_{LIM} = 2.0$$

$$\tau_{REC} = 1.0 \mu\text{s}。$$

假设每一个系统都在同时出现持续干扰的环境中操作，其 I_0/N_0 密度比为附件1表2中的密度比。

2 分析方法的脉冲RFI劣化比计算示例

现提议在上述基本操作案例中放置一个全新的脉冲RF发射机。假设发射机具有足够高的、饱和两种在用RNSS接收机的收到峰值功率。新来源的拟议发射脉冲参数为：

$$PW_Y = 44.0 \mu\text{s}, \text{ 以及}$$

$$PRF_Y = 500 \text{ Hz}。$$

2.1 SBAS地面参考接收机的脉冲RFI劣化比计算

对于SBAS地面参考接收机而言，从附件1公式(3a)中得出的拟议新来源 PDC_Y 的有效饱和和收到脉冲占空比为：

$$PDC_Y = (PW_Y + \tau_{REC}) \cdot PRF_Y = (44 + 1.0) \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 0.02250$$

由于新脉冲源对接收机完全饱和，

$$R_Y = 0$$

因此，按照有关SBAS地面参数接收机的附件1表2， $N_{LIM} = 1$ 。由于新的脉冲RF源的 $R_Y = 0$ ，因此，脉冲RFI劣化公式为附件1的公式(7a)。由此，

$$\frac{N_{0,EFF+Y}}{N_{0,EFF}} = \frac{1}{(1-PDC_Y)^2} = 1/(1-0.0225)^2 = \mathbf{1.04657} \text{ (代数比)}。$$

为了将计算得出的劣化比与附件1表2中的允许劣化因数（0.2 dB）做出比较，将代数比转化为dB：

$$10 \cdot \log_{10}(1.04657) = \mathbf{0.198 \text{ dB}}$$

因此，拟议的新脉冲源产生的劣化限值略低于SBAS地面参考接收机可允许的限值。

2.2 高精度半无代码接收机的脉冲RFI劣化比计算

由于假设高精度半无代码接收机的脉冲过载恢复时间（1.0 μs）与SBAS地面参考接收机相同，因此，新脉冲源的饱和接收脉冲占空比亦相同（ $PDC_Y = 0.0225$ ）。既然高精度半无代码接收机不会收到饱和以下脉冲，那么 $R_Y = 0$ 。附件1表2中的基本脉冲占空比 PDC_{LIM} 为0.0765。由于接收机 $N_{LIM} = 2$ ，因此应使用的脉冲RFI劣化公式为附件1中的公式7。由此，采用 PDC_{LIM} 、 N_{LIM} 和 R_Y 参数值取代该公式中的相应值并对其进行简化后，计算得出的劣化比为：

$$\begin{aligned} N_{0,EFF+Y}/N_{0,EFF} &= \{1/(1-PDC_Y)\} \cdot (1) \cdot \{1+(4 \cdot PDC_Y) / [(1-PDC_Y) (1+3 \cdot PDC_{LIM})]\} \\ &= \{1.02302\} \cdot \{1+[0.090/1.20184]\} = \mathbf{1.09963} \text{ (代数比)} \end{aligned}$$

将代数比转换为dB后得出：

$$10 \cdot \log_{10}(1.099627) = \mathbf{0.413 \text{ dB}}$$

由此，拟议新脉冲源产生高于高精度半无代码接收机可允许劣化限值0.2 dB的RFI劣化。