

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SA.1160-3 建议书
(07/2017)

**使用对地静止轨道的
卫星地球探测和卫星气象业务中的
数据传输系统的集总干扰标准**

SA 系列
空间应用和气象



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
2018年，日内瓦

© 国际电联 2018

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 SA.1160-3 建议书

使用对地静止轨道的卫星地球探测和
卫星气象业务中的数据传输系统的集总干扰标准

(ITU-R第141/7号课题)

(1995-1997-1999-2017年)

范围

本建议书的目的是提供适用于卫星地球探测和卫星气象业务中对地静止轨道卫星的数据传输链路的集总干扰标准。

关键词

卫星地球探测业务 (EESS)、卫星气象业务 (METSAT)、对地静止轨道卫星、数据传输、干扰标准

相关建议书和报告

ITU-R SA.1022建议书、ITU-R SA.1159建议书和ITU-R SA.1161建议书

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 有必要确定干扰标准，以确保系统可被设计为能够在存在干扰的情况下达到特定性能；
- b) 干扰标准可使用ITU-R SA.1022建议书提供的方法和ITU-R SA.1159建议书所列的性能目标来确定；
- c) 干扰标准可帮助制定不同系统间共用频段的标准，包括那些在其他业务中工作的系统；
- d) 卫星地球探测业务 (EESS) 和卫星气象业务 (MetSat) 中的系统必须为大于或等于容许电平的电平规定干扰阈值；
- e) 附件列出了为确定卫星地球探测和卫星气象业务相关传输的干扰标准提供了基础的典型系统的参数，

建议

表1中列出的干扰标准电平应作为卫星地球探测和卫星气象业务中使用的地球站的天线输出端干扰信号功率的容许总电平。

表1

使用对地静止轨道航空器的
地球探测和卫星气象业务地球站的干扰标准

频段 (MHz)	在不超过20%的时间 超出的基准带宽 干扰信号功率 (dBW)	在不超过 $p\%$ 的时间 超出的基准带宽干扰 信号功率 (dBW)
1 670-1 710 空对地	-158.0 dBW 每1 MHz	-152.8 dBW 每1 MHz $p = 0.025$
2 025-2 110 地对空e	-139.9 dBW 每1 MHz	-136.6 dBW 每1 MHz $p = 0.025$
25 500-27 000 空对地	-144.6 dBW 每10 MHz	-133.0 dBW 每10 MHz $p = 0.25$

注 1 – 基准带宽中的干扰信号功率(dBW)为仰角 $\geq 3^\circ$ 时接收到的功率。

注 2 – 在不超过 $x\%$ 的时间内可能超出的总干扰信号功率电平（其中 x 为小于20%但大于所确定的短期时间百分比（ $p\%$ 的时间））可通过对数标度（底数为10）表示的时间百分比和线形标度表示的干扰信号功率密度（dB）的特定值之间的插值确定。

注 3 – 干扰标准可表示为将表1的值减去 $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ （其中 G 为接收天线增益， λ 为波长）得到的射入接收天线主波束的容许功率通量密度。

注 4 – 虽然干扰标准以附件中描述的系统为基础，但此干扰标准适用于在对象频段中使用并提供具体业务功能的所有系统。

附件

干扰标准的确定基础

本附件介绍了用作ITU-R SA.1022建议书方法的输入数据的参数，从而为原始仪表数据下行传输至归属卫星运营商的主接收地球站和将数据分发至用户站确定干扰标准。

1 原始仪表数据下行传输至主接收地球站

表2为原始仪表数据下行传输至主接收地球站制定了这些标准。在下行传输中所有干扰直接进入接收地球站，这些地球站接收到的干扰没有一个是通过生成这些数据的卫星接收的。

干扰标准可表示为通过将表2的值减去 $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ （其中 G 为接收天线增益， λ 为波长）得到的射入接收天线主波束的容许功率通量密度。

表2

作为使用对地静止轨道卫星的地球站的
干扰标准基础的原始仪表数据下行传输至主接收地球站的性能

a) 1 670-1 710 MHz频段

链路参数		值	注
下行链路e.i.r.p.		16.1 dBW	
下行链路损耗		190.1 dB	自由空间、极化和天线指向
下行链路 G/T		24.4 dB(K ⁻¹)	
下行链路 C/N_0		79.0 dB.Hz	
数据率		2.6 Mbit/s	
要求的 C/N_0		78.1 dB.Hz	BER = 1×10^{-6} 2.2 dB 执行损耗 1 dB 调制损耗
余量		0.9 dB	长期和短期
接收天线增益		45.1 dBi	
接收机噪声密度		-207.9 dB(W/Hz)	
干扰标准	长期	-153.9 dB(W/2.6 MHz)	$q = 1/3$ 和 $M_{min} = 1.2$ dB
	短期	-148.7 dB(W/2.6 MHz)	$q = 1$ 和 $M_{min} = 1.2$ dB

b) 25.5-27.0 GHz频段

链路参数		值	注
下行链路e.i.r.p.		55.5 dBW	
下行链路损耗	长期	227.9 dB	自由空间、极化和天线指向
	短期	231.3 dB	7.1 dB附加损耗
下行链路 G/T		37.6 dB(K ⁻¹)	
下行链路 C/N_0	长期	93.8 dB.Hz	
	短期	90.4 dB.Hz	
数据率		164 Mbit/s	
要求的 C/N_0		88.7 dB.Hz	BER = 1×10^{-9} 1.5 dB 执行损耗 1.75 dB 调制损耗
余量	长期	5.1 dB	
	短期	1.7 dB	
接收天线增益		60.6 dBi	包括指向损耗
接收机噪声密度		-205.6 dB(W/Hz)	
干扰标准	长期	-144.6 dB(W/10 MHz)	$q = 0.1$ 和 $M_{min} = 4.5$ dB
	短期	-133.0 dB(W/10 MHz)	$q = 1$ 和 $M_{min} = 4.5$ dB

2 数据分发至用户站

高分辨率的被处理数据在1670-1710 MHz频段内的分发受到用户站通过卫星接收到的干扰以及直接传输至用户站的干扰的影响。高分辨率的被处理数据在2025-2110 MHz频段内被上行传输至卫星，并与进入同一频段卫星的干扰信号一起通过固定增益卫星转发器被中继至地球站接收机中。

上行链路和下行链路的载噪加干扰密度比分别为：

$$\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{up} = \frac{(C/N_0)_{up}}{1 + \frac{I_{01}}{k T_1}}$$

和

$$\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{down} = \frac{(C/N_0)_{down}}{1 + \frac{I_{02}}{k T_2}}$$

其中：

I_{01} 和 I_{02} ： 传输至卫星和站点接收机的干扰密度

T_1 和 T_2 ： 卫星和站点接收机的系统噪声温度

k ： 玻尔兹曼常数。

载噪加干扰密度复合比为：

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = \left[\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{up}^{-1} + \left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{down}^{-1} \right]^{-1}$$

根据ITU-R SA.1022建议书，也可以写成：

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = M^{-q} \frac{C}{N_0}$$

其中：

M ： 无干扰余量

q ： 允许干扰消耗的无干扰余量作用量

C/N_0 ： 由以下方程得到的载噪加干扰密度复合比：

$$C/N_0 = \left[(C/N_0)_{up}^{-1} + (C/N_0)_{down}^{-1} \right]^{-1}$$

根据上述方程得出：

$$M^q = 1 + \frac{\frac{I_{01}}{k T_1} (C/N_0)_{up} + \frac{I_{02}}{k T_2} (C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up} + (C/N_0)_{down}}$$

假设上行链路和下行链路干扰是被指配的，因此地球站接收到的干扰的分数 p 是通过卫星接收的，分数 $1-p$ 是直接传输至地球站的。理想的情况是 p 接近 $1/2$ ，从而为指配给上行链路和下行链路的干扰提供合理平衡。对于固定增益转发器，可表示为：

$$\frac{I_{02}}{k T_2} = \frac{1-p}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \frac{(C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up}}$$

所以：

$$M^q = 1 + \frac{1}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \left[1 + \frac{(C/N_0)_{up}}{(C/N_0)_{down}} \right]^{-1}$$

相应的，上行链路容许干扰密度变为：

$$I_{01} = 1 + p k T_1 \left[1 + \frac{(C/N_0)_{up}}{(C/N_0)_{down}} \right] (M^q - 1) \quad M > M_{min}$$

其中，根据ITU-R SA.1022建议书， M_{min} 是最小的无干扰余量，对于 M_{min} 来说，只有余量的分数 q 是由于干扰消耗的。相应的，下行链路容许干扰密度为：

$$I_{02} = (1-p) k T_2 \left[1 + \frac{(C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up}} \right] (M^q - 1) \quad M > M_{min}$$

表3总结了对高分辨率的 I_{01} 和 I_{02} 的计算，假设对于长期干扰， $p = 1/2$ ， $q = 1/3$ ，以及 $M_{min} = 1.2$ dB；对于短期干扰， $p = 1/2$ ， $q = 1$ ，以及 $M_{min} = 1.2$ dB。

干扰标准可表示为从表3提供的值中减去 $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ （其中 G 是接收天线增益， λ 是波长）获得的射入接收天线主波束的容许功率通量密度。

表3

作为高分辨率数据分发至使用
对地静止轨道卫星的用户站的干扰标准基础的性能分析

链路参数	值	注
上行链路 e.i.r.p.	72.1 dBW	
上行链路损耗	191.7 dB	自由空间、极化和天线指向
上行链路 G/T	-17.5 dB(K ⁻¹)	发射后测量
上行链路 C/N_0	91.5 dB/Hz	
下行链路 e.i.r.p.	23.8 dBW	
下行链路损耗	190.1 dB	自由空间、极化和天线指向
下行链路 G/T	15.2 dB(K ⁻¹)	
下行链路 C/N_0	77.5 dB.Hz	
复合 C/N_0	77.3 dB.Hz	
数据率	2.11 Mbit/s	
要求的 C/N_0	75.9 dB.Hz	BER = 1×10^{-6} 1.9 dB 执行损耗
余量	1.4 dB	

表3 (结束)

链路参数		值	注
上行链路接收天线增益		9.5 dBi	
上行链路噪声密度		-201.6 dB(W/Hz)	$T = 500 \text{ K}$
上行链路干扰标注 (2 025-2 110 MHz)	长期	-136.7 dB(W/2.11 MHz)	$q = 1/3$
	短期	-133.4 dB(W/2.11 MHz)	$q = 1$
下行链路接收天线增益		39.5 dBi	
下行链路噪声密度		-204.3 dB(W/Hz)	$T = 269 \text{ K}$
下行链路干扰标准 (1 670-1 710 MHz)	长期	-153.4 dB(W/2.11 MHz)	$q = 1/3$
	短期	-148.1 dB(W/2.11 MHz)	$q = 1$

3 结论

3.1 1 670-1 710 MHz频段

上述分析分别为原始仪表数据下行传输至主接收地球站和将数据分发至用户站提供了两套不同的干扰标准。

假设原始仪表数据下行传输至主接收地球站为该频段中最具代表性的系统。为简化起见，进一步建议在1 MHz带宽内对标准归一化，得到以下值：

- 长期：-158.0 dBW/MHz
- 短期：-152.8 dBW/MHz.

3.2 2 025-2 110 MHz频段

上述分析为数据分发系统提供了一套干扰标准。为简化起见，进一步建议在1 MHz带宽内对标准归一化，得到以下值：

- 长期：-139.9 dBW/MHz
- 短期：-136.6 dBW/MHz

3.3 25.5-27 GHz频段

上述分析为使用25.5-27 GHz频段的代表新一代系统的原始仪表数据下行传输至主接收地球站提供了一套干扰标准，得到以下值：

- 长期：-144.6 dBW/10 MHz
- 短期：-133.0 dBW/10 MHz