

ITU-R RS.1263-3 建议书

(12/2023)

RS系列：遥感系统

**在400.15-406 MHz和1 668.4-1 700 MHz
频段工作的气象辅助业务的干扰标准**

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/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 https://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
2024年，日内瓦

© 国际电联 2024

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 RS.1263-3建议书

**在400.15-406 MHz和1 668.4-1 700 MHz频段
工作的气象辅助业务的干扰标准**

(1997-2010-2018-2023年)

范围

本建议书给出了在 400.15-406 MHz 和 1 668.4-1 700 MHz 频段工作的气象辅助业务 (MetAids) 的兼容性和共用研究中应使用的干扰标准数据。

相关的ITU-R建议书和报告

ITU-R P.528建议书 – 使用VHF、UHF和SHF频段的航空移动和无线电导航业务的传播曲线

ITU-R RS.1165建议书 – 403 MHz和1 680 MHz频段内气象辅助业务系统的技术特性和性能标准

ITU-R SA.1021建议书 – 为卫星地球探测业务和卫星气象业务系统确定性能指标的方法

关键词

气象辅助 (MetAids)、无线电探空仪、火箭探空仪、空投探空仪

缩略语/词汇表

AM	调幅
FM	调频
FSK	频移键控
GFSK	高斯频移键控
MetAids	气象辅助
METSAT	气象卫星
MSS	卫星移动业务
NAVAID	导航辅助
QAM	正交调幅

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在存在干扰的情况下，为确保系统设计能够实现足够的性能，需要干扰标准；
- b) ITU-R RS.1165建议书详细规定了无线电探空仪、空投探空仪和火箭探空仪系统的性能指标；
- 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) 气象辅助（MetAids）业务中的系统必须详细规定至少等于容许电平干扰阈值，
建议

基于附件1给出的典型系统的MetAids参数，应使用表1、表2和表3规定的干扰电平作为在MetAids业务中工作的接收电台天线输出端干扰信号功率的容许总电平。

表1
工作于1 668.4-1 700 MHz频段的MetAids业务
中无线电探空仪系统的干扰标准⁽¹⁾

参数	无线电测向（RDF） 无线电探空仪系统 1 668.4-1 700 MHz	GPS无线电探空仪系统 1 675-1 683 MHz
系统参考带宽（kHz）	1 300	150
参考带宽中超过干扰信号功率（dBW）的时间不得大于 $P_{LOCK-LOSS}$ %的时间	-135.3	-137.2
时间百分比， $P_{LOCK-LOSS}$ (%) ⁽²⁾	0.02	0.025
参考带宽中超过干扰信号功率（dBW）的时间不得大于 $P_{DATA-LOSS}$ %的时间	-148.5	-145.7
时间百分比， $P_{DATA-LOSS}$ (%) ⁽²⁾	0.08	0.125
参考带宽中超过干扰信号功率（dBW）的时间不得大于20%的时间 ⁽²⁾	-149.36	-151.51

⁽¹⁾ 链路余量计算请参见第3节，干扰信号功率电平的推导请参见第4节。

⁽²⁾ 每次飞行不应超过这一时间百分比。

表2

工作于400.15-406 MHz频段⁽¹⁾的MetAids业务中
无线电探空仪系统的干扰标准

参数	类型A	类型B	类型C	类型D	类型E
系统参考带宽 (kHz)	300	6	11	17	18.8
参考带宽中超过干扰信号功率 (dBW) 的时间不得大于 $P_{LOCK-LOSS}$ %的时间 (dBW)	-141.2	不适用 ⁽²⁾	-145.6	不适用 ⁽²⁾	-142.7
时间百分比 $P_{LOCK-LOSS}$ (%) ⁽³⁾	0.02	不适用 ⁽²⁾	0.02	不适用 ⁽²⁾	0.02
参考带宽中超过干扰信号功率的时间不得大于 $P_{DATA-LOSS}$ %的时间 (dBW)	-151.7	-146.5	-150.7	-149.7	-148.0
时间百分比 $P_{DATA-LOSS}$ (%) ⁽³⁾	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
参考带宽中超过干扰信号功率的时间不得大于20%的时间 ⁽³⁾ (dBW)	-156.0	-158.9	-162.4	-160.0	-156.8

⁽¹⁾ 链路余量计算请参见第3节，干扰信号功率电平的推导请参见第4节。

⁽²⁾ 带有全向天线的系统一般不会因干扰或信号衰减而失去天线的信号锁定。

⁽³⁾ 每次飞行不应超过这一时间百分比。

表3

MetAids业务中火箭探空仪和空投探空仪系统的干扰标准

参数	空载空投探空仪系统 400.15-406 MHz	火箭探空仪系统 400.15-406 MHz
系统参考带宽	20 kHz	3 MHz
参考带宽中超过干扰信号功率 (dBW) 的时间不得大于 $P_{LOCK-LOSS}$ %的时间	不适用 ⁽¹⁾	-116.9
$P_{LOCK-LOSS}$ (%) ⁽²⁾	不适用 ⁽¹⁾	0.02
参考带宽中超过干扰信号功率 (dBW) 的时间不得大于 $P_{DATA-LOSS}$ %的时间	-161.6	-122.1
$P_{DATA-LOSS}$ (%) ⁽²⁾	0.060	0.060
参考带宽中超过干扰信号功率 (dBW) 的时间不得大于20%的时间	-167.06	-132.98

⁽¹⁾ 带有全向天线的系统一般不会因干扰或信号衰减而失去天线的信号锁定。

⁽²⁾ 每次飞行不应超过这一时间百分比。

附件1

在400.15-406 MHz和1 668.4-1 700 MHz频段工作的 MetAids的性能和干扰标准的依据

1 引言

400.15-406 MHz频段（本文中称为403 MHz频段）和1 668.4-1 700 MHz频段（本文中称为1 680 MHz频段）按主要业务划分给MetAids。400.15-403 MHz和1 670-1 700 MHz频段亦被划分给同为主要业务的气象卫星（METSAT）的用户；而400.15-401 MHz频段在世界各地被划分给卫星移动业务（MMS）。1 668.4-1 675MHz频段在世界各地也被划分给卫星移动业务（MMS）。

MetAids一词被用来描述各种不同类型的气象设备：无线电探空仪、空投探空仪和火箭探空仪。MetAids在世界各地被放飞，以便采集高层大气层的气象数据，用于天气预报和大雷暴的预测、采集臭氧层数据，并为各种其他应用测量大气参数。通过预测大雷暴并为商业航空公司业务提供至关重要的数据，这些从飞行或探测中采集到的数据对于保护生命财产具有极其重大的意义。

2 确定MetAids干扰标准的方法

一般而言，由于MetAids在操作斜距最大时最易于受到干扰，因而干扰标准的建立将基于斜距最大时的链路余量。尽管这一假设并未使这些频段中可能存在的其他用户能够在斜距较短的情况下利用更大的链路余量，但在具体的共用研究中，可酌情应用这一因素。对于世界多数地区而言，这一距离将是典型的最大斜距，但并不代表在高纬度的冬季所遇到的极端条件。

对于带有定向天线的系统，MetAids干扰标准的建立将取决于三点：接收机跟踪锁定丢失的干扰电平和时间百分比，数据丢失的干扰电平和时间百分比，以及超过长时干扰电平不大于20%的时间。接收机跟踪锁定值的丢失不适应于带有全向天线的MetAids系统，这是因为在信号丢失或干扰期间，天线不会偏离信号造成错指。对于带有全向天线的MetAids系统，将计算干扰电平和时间百分比，以便得出数据丢失和不超过20%时间的长时干扰电平。由于不同的应用中使用了不同类型的MetAids并显示出不同的特性，因此将分别建立标准。

将要建立的第一级短时干扰标准（仅适用于带有定向跟踪天线的系统）是与接收机跟踪锁定有关的电平，它被容许出现的时间很短暂，并仅适应于带有定向跟踪天线的系统。这是接收机能够忍受信号丢失并在信号恢复后使跟踪天线重新锁定信号的最长时间。将根据系统和应用计算可能发生的跟踪锁定的总时间百分比（ $P\%_{TOTAL}$ ）。然后将该百分比划分为系统内干扰来源所占百分比和系统间干扰来源所占百分比。在这种情况下，对失锁进行再划分，将 $P\%_{TOTAL}$ 的25%归因于系统间干扰。

有关跟踪锁定的干扰标准计算如下：

$$I_{LOC-LOSS} = N_{RX} + 10 \log(10^{M/10} - 1) \quad (1)$$

其中：

N_{RX} ： 从链路预算得出的接收机噪声频谱密度（见表5、6和7）

M: 从链路预算计算得出的失锁余量（见表5、6和7）。

超过电平 $I_{LOCK-LOSS}$ 的时间不得大于 $P\%_{LOCK-LOSS}$ 的时间，其中：

$$P\%_{LOCK-LOSS} = 0.25 (P\%_{TOTAL})$$

第二级短时干扰标准是发生数据丢失的电平，它适用于所有的系统。出现这种情况的时间百分比可从用户的数据可用性指标中获得。已公布的MetAids数据可用性要求一般针对所有的数据丢失和数据误码来源。在数据丢失之外，MetAids飞行还会经历传感器数据误码，这些误码会在数据处理过程中被滤出。总数据丢失/误码百分比（ $P\%_{TOTAL}$ ）的25%将归因于干扰，其中25%被归因于系统间干扰，因此：

$$P\%_{DATA-LOSS} = (25\%) (25\%) (P\%_{TOTAL}) = (6.25\%) (P\%_{TOTAL})$$

有关数据丢失的干扰标准计算如下：

$$I_{DATA-LOSS} = N_{RX} + 10 \log(10^{M/10} - 1) \quad (2)$$

其中：

N_{RX}: 从链路预算得出的接收机噪声频谱密度（见表5、6和7）。

M: 从链路预算计算得出的数据丢失余量（见表5、6和7）。

超过电平 $I_{DATA-LOSS}$ 的时间不得大于 $P\%_{DATA-LOSS}$ 的时间。

第三级干扰电平为长时电平，其被超过的时间不得大于 20%的时间。可基于失锁（适当情况下）和数据丢失的两种短时余量计算长时干扰电平。从短时失锁余量计算出的电平可以忽略，因为它取决于从数据丢失余量计算得出的电平。对于长时（20%）而言，将为MetAids保留与数据丢失相关余量的三分之二。有关数据丢失的干扰标准计算如下：

$$I_{20\%} = N_{RX} + 10 \log(10^{M/30} - 1)$$

或

$$N_{RX} - 10 \text{ dB}, \text{ 取其中较大的值} \quad (3)$$

其中：

N_{RX}: 从链路预算得出的接收机噪声频谱密度（见表5、6和7）

M: 从链路预算计算得出的数据丢失余量（见表5、6和7）。

超过电平 $I_{20\%}$ 的时间不得大于20%的时间。

表4

与典型的MetAids系统相关的时间百分比

百分比	RDF系统 1 668.4- 1 700 MHz	GPS系统 1 675- 1 683 MHz	带定向天线的 助航系统	带全向天线的 助航系统	空投探空仪 系统	火箭探空仪 系统
跟踪丢失时间百分比 ($P\%_{TOTAL-LOCK}$)	0.08%	0.1%	0.08%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	0.08%
归因于系统间干扰的跟踪丢失百分比 ($P\%_{LL-INTERSYSTEM}$)	25%	25%	25%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	25%
最大链路不可用性时间百分比 ($P\%_{TOTAL}$) ⁽²⁾	13.5%	2.0%	1%	1%	1.0%	1.0%
归因于干扰的数据丢失百分比 ($P\%_{DL-INTERFERENCE}$)	25%	25%	25%	25%	25%	25%
归因于系统间干扰的数据丢失百分比 ($P\%_{DL-INTERSYSTEM}$)	25%	25%	25%	25%	25%	25%
得出的跟踪丢失干扰标准的时间百分比 ($P\%_{LOCK-LOSS}$)	0.02%	0.025%	0.02%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	0.02%
得出的数据丢失干扰标准的时间百分比 ($P\%_{DATA-LOSS}$)	0.8%	0.125%	0.2%	0.2%	0.06%	0.06%

N/A: 不适用。

⁽¹⁾ 带有全向天线的系统不会轻易因干扰或信号衰减而失去天线的信号锁定。⁽²⁾ 本表中的内容来自ITU- RS.1165-2建议书中的总飞行数据可用性数据。

3 有关MetAids的链路预算分析

各种不同类型的MetAids被用于不同的目的并具备不同的系统特性，因而也有不同的链路预算计算方法。表5、6和7针对世界各地采用的典型系统列出了链路预算的计算结果。

表5

工作于400.15-406 MHz频段的MetAids（不包括
无线电探空仪）链路预算的计算结果

参数因子	空投探空仪	火箭探空仪	
调制类型	FM	AM	
频率范围（MHz）	400.15-406		
不超过性能的时间百分比（%）	0.06 数据丢失	0.02 跟踪丢失	0.06 数据丢失
发射机输出功率（dBW）	-8.5	-5.2	
平均天线增益（dBi）	2.0	0.0	
发射机e.i.r.p.（dBW）	-6.5	-5.2	
最大链路长度（km）	350	70	
自由空间路径损耗（dB）	135.4	121.4	
多余路径损耗（降雨、衰减等）（dB）	4.0	0.25	
地面站天线增益（dBi）	0.0	20	
地面站天线指向错误（dB）	0.0	0.5	
接收机系统损耗（天线馈送、线缆等）（dB）	0.0	2.0	
极化失配损耗（dB）	0.0	0.5	
接收信号功率（dBW）	-145.9	-109.85	
接收机参考带宽（kHz）	20	3 000	
参考带宽（dBHz）	42.5	64.8	
接收到的每赫兹能量C ₀ （dB(W/Hz)）	-188.4	-174.65	
接收机系统噪声温度（K）	410	738	
接收机系统噪声功率（dBW）	-160	-165	
接收机噪声频谱密度，N ₀ （dB(W/Hz)）	-202.5	-200.5	
最小C ₀ /N ₀ （dB）	12	7	12
飞行的实际C ₀ /N ₀ （dB）	14.1	25.8	
余量（dB）	2.1	18.9	2.1

表6

工作于400.15-406 MHz频段的无线电探空仪MetAids链路预算的计算结果

类型系统	类型A		类型B	类型C		类型D	类型E	
频率范围（MHz）	400.15-406							
调制类型	FM		GMSK	GFSK		QAM	FSK	
不超过性能的时间百分比（%）	0.02 跟踪丢失	0.2 数据丢失	0.2 数据丢失	0.02 跟踪丢失	0.2 数据丢失	0.2 数据丢失	0.02 跟踪丢失	0.2 数据丢失
机载发射机输出功率（dBW）	-6		-6	-11.6		-10	-11.5	
机载平均天线增益（dBi）	2		2	2		3	2	
机载发射机e.i.r.p.（dBW）	-4		-4	-9.6		-7	-9.5	
最大链路长度（km）	250		150	250		150		
自由空间路径损耗（dB）	132.5		128.1	132.5		128.1	132.5	
多余路径损耗（降雨、衰减等）（dB）	1.5		1.5	1.5		1.5	1.5	
地面站天线增益（dBi）	8		2.15	8		2.15	11	
地面站天线指向错误（dB）	0.5		0.5	0.5		0.5		
接收机系统损耗（天线馈送、线缆等）（dB）	2		2	2		2		
极化失配损耗（dB）	0.5		0.5	0.5		0.5		
接收信号功率（dBW）	-133.0		-134	-138.6		-137.4		
地面接收机参考带宽（kHz）	300		6	11		17		
地面接收机参考带宽（dBHz）	54.8		37.8	40.4		42.3		
接收到的每赫兹能量C ₀ （dB(W/Hz)）	-187.8		-172.2	-179.0		-179.7		
地面接收机系统噪声温度（K）	600		600	170		255		
地面接收机系统噪声功率（dBW）	-146.0		-163.0	-165.9		-162.2		
地面接收机噪声频谱密度，N ₀ （dB(W/Hz)）	-200.8		-200.8	-206.3		-204.5		
最小C ₀ /N ₀ （dB）	7	12	12	7	12	7		
飞行的实际C ₀ /N ₀ （dB）	13.0		28.6	27.3		24.8		
余量（dB）	6.0	1.0	16.6	20.3	15.3	12.8		

表7

工作于1 668.4-1 700 MHz频段的MetAids链路预算的计算结果

参数因子	类型G RDF系统		类型H GPS系统	
调制类型	AM		FM	
频率范围 (MHz)	1 668.4-1 700		1 675-1 683	
不超过性能的时间百分比 (%)	0.02 跟踪丢失	0.08 数据丢失	0.025 跟踪丢失	0.125 数据丢失
机载发射机输出功率 (dBW)	-6.0		-5.0	
机载平均天线增益 (dBi)	2.0		-2	
机载无线电探空仪e.i.r.p. (dBW)	-4.0		-3.0	
最大链路长度 (km)	250		250	
自由空间路径损耗 (dB)	144.9		144.9	
多余路径损耗 (降雨、衰减等) (dB)	2.0		5.0	
地面站天线增益 (dBi)	28.0		26	
地面站天线指向错误 (dB)	0.5		0.0	
接收机系统损耗 (天线馈送、线缆等) (dB)	3.0		0.5	
极化失配损耗 (dB)	0.5		3	
接收信号功率 (dBW)	-126.9		-130.4	
地面接收机参考带宽 (kHz)	1 300		150	
地面接收机参考带宽 (dBHz)	61.1		52	
接收到的每赫兹能量 C_0 (dB(W/Hz))	-188.0		-182.4	
地面接收机系统噪声温度 (K)	738		1 000	
地面接收机系统噪声功率 (dBW)	-168.7		-146.8	
地面接收机噪声频谱密度, N_0 (dB(W/Hz))	-200.5		-197.4	
最小 C_0/N_0 (dB)	7	12	7	12
飞行的实际 C_0/N_0 (dB)	12.5		15	
余量 (dB)	5.5	0.5	5.5	0.5

4 MetAids干扰标准的计算

4.1 无线电探空仪

可使用等式(1)、(2)和(3)以及表5、6和7中的链路预算分析结果计算干扰标准。表8和表9给出了为三种无线电探空仪系统分别建立的干扰标准。

表8

工作于400.15-406 MHz频段⁽¹⁾的非助航
系统无线电探空仪系统的干扰标准

类型系统	类型A	类型B	类型C	类型D	类型E
参数	FM	GMSK	GFSK	QAM	FSK
接收机噪声频谱密度 (dB(W/Hz))	-200.8	-200.8	-206.3	-204.5	-199.9
接收机参考带宽 (dB/Hz)	54.8	37.8	40.4	42.3	42.7
链路余量 (dB) $P_{LOCK-LOSS} = 0.02\%$ (dB)	6.0	⁽¹⁾	20.3	⁽¹⁾	14.7
链路余量 (dB) $P_{DATA-LOSS} = 0.2\%$ (dB)	1.0	16.6	15.3	12.8	9.7
不超过干扰电平的时间大于 $P_{LOCK-LOSS} = 0.02\%$ 的时间 (等式 (1)) (dBW (REF BW))	-141.2	⁽¹⁾	-145.6	⁽¹⁾	-142.7
不超过干扰电平的时间大于 $P_{DATA-LOSS} = 0.2\%$ 的时间 (等式(2)) (dBW (REF BW))	-151.7	-146.5	-150.7	-149.7	-148.0
不超过干扰电平的时间大于20%的时间 (等式(3)) (dBW (REF BW))	-156.0	-158.9	-162.4	-160.0	-156.8

⁽¹⁾ 带有全向天线的系统不会轻易因干扰或信号衰减而失去天线的信号锁定。

表9

工作于1 668.4-1 700 MHz频段的无线电
探空仪系统的干扰标准

参数	类型G RDF系统 1 668.4-1 700 MHz	类型F GPS系统 1 675-1 683 MHz
接收机噪声频谱密度 (dB(W/Hz))	-200.5	-197.4
接收机参考带宽 (kHz)	1 300	150
第一短时链路余量 (dB), $P_{LOCK-LOSS}$	5.5	9.0
第一短时时间百分比, $P_{LOCK-LOSS}$ (%)	0.02	0.025
第二短时链路余量 (dB), $P_{DATA-LOSS}$	0.5	3.0
第二短时时间百分比, $P_{DATA-LOSS}$ (%)	0.08	0.125
超过干扰电平的时间不大于 $P_{LOCK-LOSS}\%$ 的时间 (等式 (1)) (dBW在参考带宽的范围内)	-135.3	-137.2
超过干扰电平的时间不大于 $P_{DATA-LOSS}\%$ 的时间 (等式 (2)) (dBW在参考带宽的范围内)	-148.5	-145.7
超过干扰电平的时间不大于20%的时间 (等式 (3)) (dBW在参考带宽的范围内)	-149.36	-151.51

4.2 空投探空仪

可使用等式(1)、(2)和(3)计算空投探空仪的干扰标准。表10给出了空投探空仪的干扰标准。

表10

空投探空仪系统的干扰标准

参数	空投探空仪系统 400.15-406 MHz
接收机噪声频谱密度 (dB(W/Hz))	-202.5
接收机参考带宽 (dB/Hz)	42.5
链路余量 (dB) $P_{DATA-LOSS} = 0.06\%$	2.1
超过干扰电平的时间不大于 $P_{DATA-LOSS} = 0.06\%$ 的时间 (等式(2)) (dBW(20 kHz))	-161.6
超过干扰电平的时间不大于20%的时间 (等式(3)) (dBW(20 kHz))	-167.06

4.3 火箭探空仪

可使用等式(1)、(2)和(3)计算火箭探空仪的干扰标准。表11给出了火箭探空仪的干扰标准。

表11

火箭探空仪系统的干扰标准

参数	火箭探空仪系统 400.15-406 MHz
接收机噪声频谱密度 (dB(W/Hz))	-200.5
接收机参考带宽 (dB/Hz)	64.8
链路余量 (dB) $P_{LOCK-LOSS} = 0.02\%$	18.9
链路余量 (dB) $P_{DATA-LOSS} = 0.06\%$	13.85
超过干扰电平的时间不大于 $P_{LOCK-LOSS} = 0.02\%$ 的时间 (等式(1)) (dBW(3 MHz))	-116.9
超过干扰电平的时间不大于 $P_{DATA-LOSS} = 0.06\%$ 的时间 (等式(2)) (dBW(3 MHz))	-122.1
超过干扰电平的时间不大于20%的时间 (等式(3)) (dBW(3 MHz))	-132.98