

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R SA.1626-1 建议书**

(12/2013)

**空间研究业务 (空对地) 与固定业务和  
移动业务之间在14.8-15.35 GHz  
频段共用的可行性**

**SA 系列  
空间应用和气象**

## 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
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<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>	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
<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>	<b>空间应用和气象</b>
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	词汇和相关问题

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  
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 SA.1626-1建议书\*

空间研究业务（空对地）与固定业务和移动业务  
在14.8-15.35 GHz频段共用的可行性

(2003-2013年)

## 范围

本建议书阐述了空间研究系统的特性以及对空间研究业务（空对地）与固定业务和移动业务在14.8-15.35 GHz 频段共用的可行性分析结果。

国际电联无线电通信全会，

## 考虑到

- a) 14.8-15.35 GHz频段划分给了作为主要业务的固定和移动业务以及作为次要业务的空间研究业务（SRS）；
- b) 根据《无线电规则》（RR）2012年版第5.339款，15.20-15.35 GHz频段划分给了作为次要业务的SRS（无源）和地球卫星探测业务（EESS）（无源）；
- c) 将来仍有使用宽带SRS下行链路发射高数据速率科学数据的要求；
- d) 在有利条件下，SRS接收地球站与固定发射电台间规定的间隔距离相对较小（30公里以下），在不利条件下可能相对较大（最高200公里）；
- e) 因频率信道化、天然站点屏蔽、地形反射波和其它地形特征，间隔距离可能会大幅下降，

## 注意到

- a) 由于预计在全球部署的SRS地球站数量不大（10-40部电台），因此固定和陆地移动系统与SRS电台间的协调不会给任何业务造成不必要的限制，

## 建议

- 1 如果卫星间的间隔为12公里（相关于轨道间隔0.02°）或更大，则空对地方向发射的GSO SRS卫星可与15 GHz附近工作的GSO接收数据中继卫星（DRS）共用；
- 2 设计SRS系统时应考虑到短时遭受DRS用户卫星干扰的概率。此干扰的时长应低于总时长的0.1%；
- 3 在假设的14.8-15.35 GHz频段自由空间传播条件下，GSO SRS系统在地球表面工作时适用以下pfd限值范围：

---

\* 应提请无线电通信第5研究组注意本建议书。

水平面以上到达角 $\delta$ 在1 MHz 带宽内的限值 (dB(W/m <sup>2</sup> ))		
0°-5°	5°-25°	25°-90°
-126	$-126 + 0.5(\delta - 5)$	-116

4 在假设的14.8-15.35 GHz频段自由空间传播条件下，非GSO SRS系统在地球表面工作时适用以下pfd限值范围：

水平面以上到达角 $\delta$ 在1 MHz 带宽内的限值 (dB(W/m <sup>2</sup> ))		
0°-5°	5°-25°	25°-90°
-124	$-124 + 0.5(\delta - 5)$	-114

5 为保护固定和移动发射电台不受干扰，可使用附件1所述方法和ITU-R SA.609建议书的空对地SRS保护标准推导出SRS接收地球站规定的间隔距离；

6 为避免给固定业务使用14.8-15.35 GHz频段造成限制，或有必要确定与部署SRS地球站相关的恰当措施。

## 附件1

### SRS（空对地）与固定和移动业务 在14.8-15.35 GHz共用的可行性

#### 1 引言

国际空间机构目前计划开展高数据速率空间研究任务，其带宽要求最高可达400 MHz。这些任务使用的卫星将搭载望远镜和/或其它无源设备，用于测量诸如地球磁层和太阳耀斑等现象。《无线电规则》（RR）2012版中，8450-8500 MHz是37-38 GHz频段以下唯一可作为主要业务划分给SRS，用于直接从地球轨道向地球站发射中、高速率数据的频段。鉴于此频段无法满足未来高速率速率空间任务的需求，因此需要一个新的主要划分。

14.8-15.35 GHz（《无线电规则》，2012版）的当前划分请参见表1。这其中包括针对固定和移动业务的主要划分和针对SRS的次要划分。此外，《无线电规则》第5.339款将该频段的15.20-15.35 GHz部分划分给作为次要业务的SRS（无源）和EESS（无源）。

表1

## 14.8-15.35 GHz频段的划分（摘自《无线电规则》，2012版）

划分给以下业务		
1区	2区	3区
14.8-15.35	固定 移动 空间研究 5.339	

**5.339** 1 370-1 400 MHz、2 640-2 655 MHz、4 950-4 990 MHz和15.20-15.35 GHz各频段亦划分给作为次要业务的空间研究（无源）和卫星地球探测（无源）业务。

基于这些划分，在本频段建立主要 SRS 划分需要考虑各种干扰情况，如表 2 所示。为促进确定适当的共用条件，已针对这些环境开展了分析且分析内容已载入本文件。第 2 节介绍了用于此分析的有关 SRS 系统特性的信息。第 3 节提供了 14.8-15.35 GHz 频段固定业务系统特性的示例。第 4 节阐述了在此频段内工作的 DRS 系统的关键特性。第 5 节推导了保护固定或移动电台免受 SRS 发射干扰的标准。第 6 节解决固定或移动业务发射给 SRS 接收地球站造成的干扰问题。第 7 节得出了 SRS（空对地）DRS 接收操作的共用条件。鉴于此频段尚不存在 SRS（无源）和 EESS（无源）业务，因此本文未涉及对其链路的保护。

表2

## 适用的干扰方案

干扰源	受害者	意见
SRS（空对地） 低轨卫星 GSO卫星	接收信号的固定/移动业务 电台	假设视距传播
发射信号的固定/移动业务 电台	SRS接收地球站	使用ITU-R SM.1448建议书所用方法判定间隔距离，假设采用在内陆大圆路径（A2区）传播的模式（1）
SRS（空对地） 低轨卫星 GSO卫星	接收信号的DRS 相邻 接近地球两极间距	假设视距传播
SRS（空对地） 低轨卫星 GSO卫星	SRS/EESS（无源）	目前尚无已知的根据《无线电规则》第 <b>5.339</b> 款对15.20-15.35 GHz频段的使用

## 2 未来高速率SRS发射的特性

这些任务数量有限，全球每年预计需要三至五颗卫星且通常在低极轨道或在赤道轨位，其中部分在对地静止高度，另外一些在 L1 或 L2 拉格朗日点。GSO 和空对地方向发射的低轨 SRS 卫星特性在表 3 的链路预算中得到了体现。假设这些链路支持空对地链路 400 Mbit/s 的数据速率。通过调整 e.i.r.p. 频谱密度，ITU-R SA.510 建议书所述的 pfd 限值在低仰角时将得到满足。假设 SRS 地球站接收天线的辐射模式满足 ITU-R SA.509 建议书的要求。根据 ITU-R SA.609 建议书的保护标准对共用可行性做出了评估。

表3

高速率SRS发射链路预算的示例

频率 (GHz)	15		15
卫星高度 (km)	800	35 785	300 000 <sup>(1)</sup>
数据速率 (Mbit/s)	400		
调制方法	QPSK		
发射功率 (W)	5.0	20.0	
(dBW)	7.0	13.0	
滤波、电缆损耗 (dB)	-0.5		
发射天线的直径 (m)	0.38	0.86	1.5
发射天线的增益 (dBi)	33.0	40.0	45.2
天线波束宽度为3 dB (度)	3.68	1.64	1.06
e.i.r.p. (dBW)	39.5	52.5	57.7
波束边缘容差 (dB)	-3.0		-4.0 <sup>(3)</sup>
大气层和降雨损耗 (dB)	-		
路径损耗 (dB)	-183.4	-208.1	-225.65
频谱pfd (dB(W/(m <sup>2</sup> · 4 kHz)))	-146.0	-157.6	<-146.0 <sup>(2)</sup>
接收天线的增益 (dBi)	45.0	55.0	67.0
接收机噪声温度 (K)	100.0		
仰角 (度)	10.0		
天线噪声温度 (K)	50.0		
接收系统温度 (K)	150.0		
调制滤波损耗 (dB)	-0.5		
解调损耗 (dB)	-0.5		
平均接收 $E_b/N_0$ (dB)	18.9	17.2	14.8
理论 $E_b/N_0$ (BER = $1 \times 10^{-6}$ ) (dB)	10.5		
规定 $E_b/N_0$ (BER = $1 \times 10^{-6}$ ) (dB)	11.5		

表3 (完)

余量 (dB)	7.4	5.7	3.3
---------	-----	-----	-----

<sup>(1)</sup> 远地点高度为300 000公里且近地点为500公里的HEO，最近数据传输距离为15 000公里。

<sup>(2)</sup> 最小传输距离。

<sup>(3)</sup> 波束边缘容差 (dB) 与大气和降雨损耗 (dB) 之和。

### 3 14.8-15.35 GHz频段内固定业务系统的特性

14.8-15.35 GHz 频段内典型固定业务系统的特性请参见表 4。系统 A 和 B 的参数值取自 ITU-R F.758 建议书。系统 C 和 D 表现出的是当前部署的其它固定业务系统的典型情况。

表4

14.8-15.35 GHz频段的典型FS特性

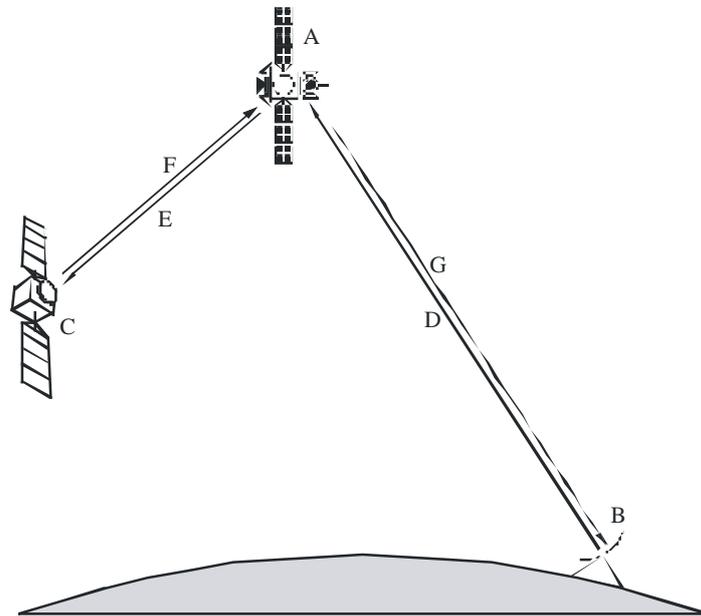
调制	14.8-15.35 GHz频段			
	64-QAM (A)	QPSK (B)	4-FSK (C)	4-FSK (D)
容量 (Mbit/s)	140	4	6.3	12.6
波道间隔 (MHz)	28	10.5	5	10
天线参数 (m)	2.4	1.8	0.6	1.2
天线增益 (最大) (dBi)	49.0	45.0	36.5	42.5
馈线/复用器损耗 (最小) (dB)	2	0	2	2
接收机中频带宽 (MHz)	40	3.5	5	10
接收机噪声系数 (dB)	4	4	5	7
接收机热噪声 (dBW)	-124	-136	-132	-129
标称长期干扰 (dBW)	-134	-146	-142	-139
谱密度 (dB(W/MHz))	-150.0	-149.8	-149.0	-149.0
最小到达角单入 pfd <sup>(1)</sup> (dB(W/(m <sup>2</sup> /MHz)))	-149.0	-147.0	-136.0	-142.0

<sup>(1)</sup> pfd = 干扰频谱密度 + 馈线损耗 - 天线增益 - 增益 (1 m<sup>2</sup>) + 3 dB线性极化鉴别度。

### 4 14.8-15.35 GHz频段工作的DRS系统的特性

DRS 网络包含若干 GSO 卫星，用于位于中部的地球站和低轨用户卫星之间的信号中继。DRS 网络使用 2 GHz 和 13-15 GHz 频段内划分给 SRS 的频段，以及 23/26 GHz 频段划分给卫星间业务的频段。14.8-15.35 GHz 频段部分的频率规划请参见图 2。如图所示，DRS 在此频段内接收。地对空传输包括一个频率试点信号、2 025-2 110 MHz 频段的一个需要重发的多重接入 (MA) 信号，以及以 13.775 GHz 为中心的一个需要重发的单次接入 (KSA2) 信号。这些地对空传输始发自美国和关岛的地球站。图 2 还显示，DRS 接收到来自低轨的空对空传输。这些传输以 15 GHz 为中心，占用的带宽最高为 225 MHz。

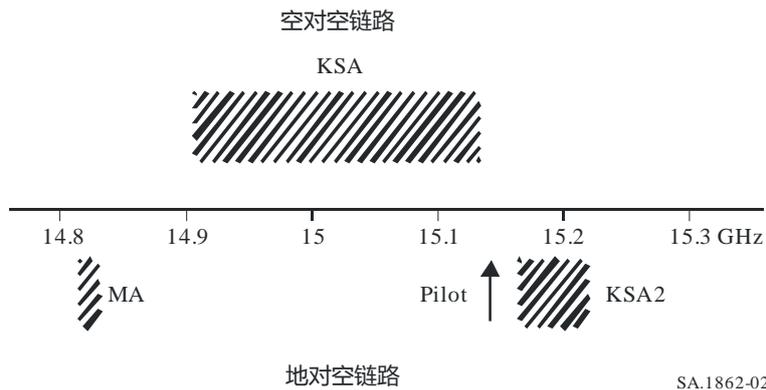
图1  
DRS网络的架构 (ITU-R SA.1018建议书)



- A: DRS
- B: DRS地球站
- C: DRS用户航天器
- D: 前转馈线链路
- E: 前转轨道间链路 (IOL)
- F: 返回 IOL
- G: 返回馈线链路

SA.1862-01

图2  
14.8-15.3 GHz频段DRS网络的频率使用



SA.1862-02

## 5 保护固定业务/移动业务电台免受SRS空间电台的干扰

保护固定业务免受非 GSO SRS 卫星展示出的时变集总干扰的标准取自 ITU-R F.1494 建议书。此建议书适用于 10.7-12.7 GHz 频段；但是，14.8-15.35 GHz 频段的固定业务应用具有类似的特性。因此，本建议书适用于这一情况。所以，现将非 GSO 干扰的标准列出如下：

- 短期： $I/N$ 不应超过+20 dB（硬限值）；
- 长期：部分性能劣化（FDP）不应超过10%。

对于 GSO 卫星，应用了以下干扰标准：

- 在10%以上的固定业务路由中FDP不应超过10%；且
- 10%以上的固定业务接收电台的 $I/N$ 不应超过-10 dB。

在假设 GSO 轨道内部署了 24 颗卫星的情况下，对 SRS 给数字点对点固定业务系统造成的概率干扰仿真显示，有必要在 10.7-11.7 GHz 频段设置 pfd 限值，以保护 14.8-15.35 GHz 频段的固定业务。这些限值如下：

$-126 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$0^\circ < \delta \leq 5^\circ$
$-126 + 0.5(\delta - 5) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$5^\circ < \delta \leq 25^\circ$
$-116 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$25^\circ < \delta \leq 90^\circ$

其中 $\delta$ 是水平面上的到达角（度）。

这些 pfd 限值应按规定允许 400 Mbit/s 的空对地 SRS 链路操作。但是，如果这些电台的天线与存在同信道发射的特定卫星 GSO SRS 轨位相对应，则有限数量的现有固定业务链路可能会受到不良影响。

对非 GSO SRS 卫星系统给固定业务点对点系统造成干扰的模拟研究结果显示，在 14.8-15.35 GHz 频段内可实现这些业务的共用，使用的 pfd 限值要比 10.7-11.7 GHz 所用限值高 2 dB，即：

$-124 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$0^\circ \leq \delta \leq 5^\circ$
$-124 + 0.5(\delta - 5) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$5^\circ < \delta \leq 25^\circ$
$-114 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$25^\circ < \delta \leq 90^\circ$

其中 $\delta$ 为水平面上的到达角（度）。

## 6 保护SRS接收地球站免受固定和移动业务电台发射的干扰

表 5 所示该频段内固定业务系统的其它特性，用于评估是否满足基于 ITU-R SA.609 建议书制定的 SRS 地球站保护标准规定的间隔距离，即无人任务干扰超过-216 dB (W/Hz) 的时间不得大于总时间的 0.1%。鉴于空对地链路相对高的数据速率，将使用 4 kHz 的参考带宽。最终的干扰功率电平标准为-180 dB (W/4 kHz)。

以下方法用于评估保护 SRS 接收地球站所需的间隔距离：

- 判定表4所列最差4 kHz频段内固定业务发射电台的e.i.r.p.频谱密度；
- 使用ITU-R SA.509建议书判定SRS地球站接收天线在固定业务发射电台方向的最大增益；
- 计算SRS地球站方向固定电台最大发射和全向发射允许的最小基本发射损耗；和
- 使用ITU-R SM.1448建议书所述程序，计算实现最小允许基本发射损耗所需的间隔距离，此时假设使用内陆路径的传播模式（1）（该建议书中定义为A2区）。

### 6.1 固定业务发射电台的e.i.r.p.频谱密度

使用随机数据流调制的 M-PSK 和 M-QAM 功率频谱密度 (psd) 在载波频率附近且符号速率大于参考带宽时达到最大值，其计算公式为：

$$psd = P_{avg} T_S b_{ref} \quad (1a)$$

$$T_S = \frac{\log_2 M}{R_b} \quad (1b)$$

式中：

- $psd$ : 发射天线输入端的参考带宽psd,  $b_{ref}$  (W/ $b_{ref}$ )
- $P_{avg}$ : 发射机输出端的平均功率 (W)
- $T_S$ : 符号的长度 (s)
- $M$ : 已发射信号的信号空间的离散状态数量 (数字)
- $R_b$ : 已发射信号的合成信息和编码比特率 (bit/s)。

## 6.2 典型间隔距离

基本传输最小允许损耗值的计算公式：

$$L_B = psd + G_T(\theta_{FS}) + G_R(\theta_{Rmin}) - I_{PC} \quad (2)$$

式中：

$L_B$ ： 允许的最小基本传输损耗（dB）

$I_{PC}$ ： 保护标准（dBW/ $b_{ref}$ ）

$psd$ ： 发射天线输入端的发射机psd（dBW/ $b_{ref}$ ）

$b_{ref}$ ： 参考带宽（4 kHz）

$G_T(\theta_{FS})$ ： 发射天线SRS接收电台方向的固定业务发射天线增益（dB）

$G_R(\theta_{Rmin})$ ： 固定业务电台方向的最大SRS接收天线增益（dB）

遵循 ITU-R SA.509 建议书参考辐射方向图的 SRS 接收天线，在水平方向指向最小仰角为  $10^\circ$  时的最大增益为 +7 dBi。

允许的最小基本传输损耗用 ITU-R SM.1448 建议书中的程序加以判定：

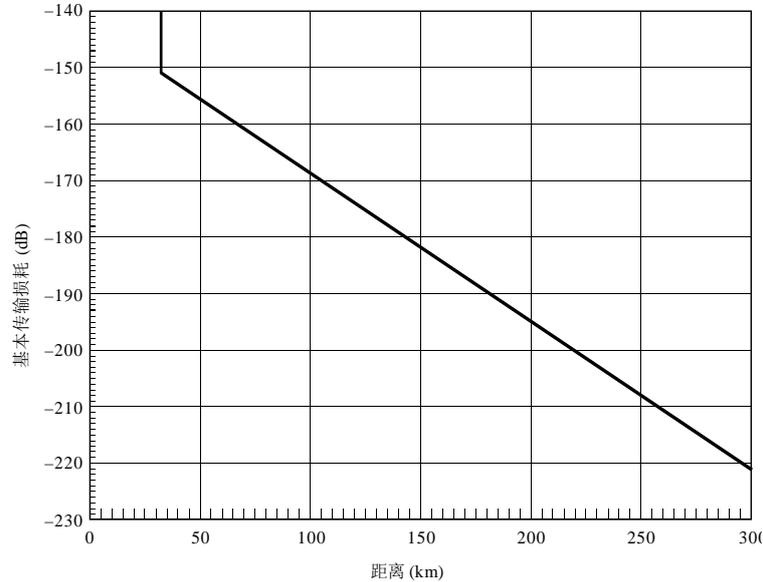
- 15 GHz 工作频率；
- 在内陆路径平滑的地形上传播（A2区）；
- 传播模式（1），允许的最小传输损耗超过了总时间的0.1%；
- SRS地球站的接收天线高于地表10 m；
- 固定业务电台的发射天线高于地表 30 m。

使用上述假设和 ITU-R SM.1448 建议书的程序，得出的模式（1）基本传输损耗被作为间隔距离的函数，请参见图 3。

判定间隔距离计算的摘要请参见表 5。保护 SRS 接收地球站免受具备 ITU-R F.758 建议书所述特性的固定系统发射的影响，在条件有利时可在 18 公里至 30 公里实现，在不太有利的条件下距离最远可达 200 公里。传播模式（1）中平滑地表内陆大圆路径（A2区）上的距离，可使用 ITU-R SM.1448 建议书给出的方法判定。据预测，当考虑到频率信道化规划、天然站点屏蔽、地形反射波和其它地貌特征等因素后，这些间隔距离可能会下降。

图 3

传播模式 (1) 中基本传输损耗未超过总时间的0.1%:  
 $f = 15 \text{ GHz}$ ;  $h_1 = 10 \text{ m}$ ;  $h_2 = 30 \text{ m}$



$f = 15 \text{ GHz}$   
 发射天线的高度 = 10 m  
 接收天线的价值 = 30 m  
 传输损耗不会超过总时间的 0.1%  
 气候区 A2

SA.1626-03

表5

为满足ITU-R SA.609建议书保护标准而规定的SRS接收地球站与固定业务  
 发射电台间的典型间隔距离：SRS接收天线位于平滑地球表面上方  
 10 m且固定业务发射天线位于平滑地球表面上方30 m

调制	64-QAM	8-PSK
容量 (Mbit/s)	140	156
最大发射机输出功率 (dBW)	5	0
峰值至平均功率 (dB)	-3.7	0
输出功率削减 (dB)	-1.3	0
馈线/mux损耗 (dB)	-2	-5
psd (dB (W/4 kHz))	-39.7	-46

表5（完）

调制	64-QAM		8-PSK	
	SRS地球站（dB）方向的天线增益	0	49	0
SRS 地球站方向的e.i.r.p.频谱密度 （dB（W/4 kHz））	-39.7	+9.3	-46	+6
SRS 地球站面向固定业务电台的最大天线增益 （dBi）	+7		+7	
最大干扰（dB（W/4 kHz））	-180			
允许的最小基本传输损耗（dB）	-147.3	-196.3	-141	-193
间隔距离（km）	30 <sup>(1)</sup>	200	18 <sup>(1)</sup>	190

<sup>(1)</sup> 此距离在视距之内。

## 7 保护DRS系统免受SRS空间电台发射干扰

GSO DRS 受到来自 SRS 卫星发射干扰共有三种情况：

情况1：发射信号的GSO SRS卫星与接收GSO DRS相邻；

情况2：对接收信号的GSO DRS而言，发射信号的GSO SRS卫星位于接近地球两极间距的位置；

情况3：发射信号的低轨SRS卫星经过接收信号的GSO DRS的可视范围。

针对这三种情况，满足 ITU-R SA.609 建议书保护标准的条件将得到评估。对情况 1 和 2，根据表 1 中列出的示例特性，GSO SRS 卫星发射天线输入端的 psd 为-40.5 dB（W/kHz）。对于情况 3，同样还是根据表 1 中列出的示例特性，在轨道高度 800 公里处的 SRS 卫星发射天线输入端的 psd 为-46.5 dB（W/kHz）。三种情况假设均为自由空间传播。

接收到的干扰 psd 和超过保护标准的相关余量通过下式计算：

$$I_R = psd + G_T(\theta_T) + G_R(\theta_R) - L_{bf} \quad (3a)$$

$$M = I_{PC} - I_R \quad (3b)$$

式中：

$I_R$ ：接收到的干扰psd（dB（W/kHz））

$I_{PC}$ ：ITU-R SA.1155建议书中给出的DRS 保护标准（dB（W/kHz））

$M$ ：干扰标准之上的余量（dB）

$L_{bf}$ ：自由空间基本传输损耗（dB）

$psd$ ：发射天线输入端的psd（dB（W/kHz））

$G_T(\theta_T)$ ：DRS方向的SRS卫星发射天线增益（dBi）

$G_R(\theta_R)$ : SRS卫星方向的DRS接收天线增益 (dBi)

$\theta_T$ : 发射天线主轴与DRS间的角度 (度)

$\theta_R$ : DRS接收天线与SRS卫星间的角度 (度)

表 6 总结了这三种情况评估方程 (3) 的主要结果。

表6

ITU-R SA.1155建议书关于遭受SRS卫星空对地发射干扰的  
GSO DRS保护标准的干扰电平及操作余量

	情况1	情况2		情况3
psd (dB (W/kHz))	-40.5	-40.5		-46.5
$G_T \theta_T$	0	0		0
$G_R (\theta_R)$	0	0	53.3 <sup>(1)</sup>	53.3 <sup>(1)</sup>
范围 (km)	11.9	83 360		34 985 <sup>(2)</sup>
基本传输损耗 (dB)	137.5	214.4		206.8
$I_R$ (dB (W/kHz))	-178	-254.9	-201.6	-200
$I_{PC}$ (dB (W/kHz))	-178 <sup>(3)</sup>	-178 <sup>(3)</sup>		-178 <sup>(3)</sup>
Margin (dB)	0	+76.9	+23.6	+22.0

(1) 请参见ITU-R SA.1414建议书。

(2) DRS正下方赤道平面上800公里的卫星。

(3) ITU-R SA.1155建议书的保护标准。

此分析显示, 现有 DRS 网络将得到保护, 免受示例所述低轨卫星和 GSO 卫星的干扰。分析发现, 接收 GSO DRS 与发射 GSO SRS 卫星间的距离最短可为 12 公里 (相当于轨道间隔小于 0.02°)。分析还发现接收 DRS 方向的 GSO SRS 卫星发射, 在接近地球两极间距的情况下, 存在+23 dB 的最小保护余量。类似结果还出现在位于 DRS 接收天线主波束内的空对地方向低轨 SRS 卫星发射中。在此情况下, 与 ITU-R SA.1155 建议书中给出的保护标准相对的干扰余量为+22 dB。

## 8 结论

在假设部署 24 颗卫星的情况下, 对 SRS 给数字点对点固定业务系统造成的概率干扰仿真显示, 有必要在 10.7-11.7 GHz 频段设置 pfd 限值, 以保护 14.8-15.35 GHz 频段的固定业务。

这些限值如下：

$-126 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$0^\circ < \delta \leq 5^\circ$
$-126 + 0.5(\delta - 5) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$5^\circ < \delta \leq 25^\circ$
$-116 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$25^\circ < \delta \leq 90^\circ$

其中 $\delta$ 是水平面上的到达角（度）。

这些 pfd 限值应按规定允许 400 Mbit/s 的空对地 SRS 链路操作。但是，如果这些电台的天线与存在同信道发射的特定卫星 GSO SRS 轨位相对应，则有限数量的现有固定业务链路可能会受到不良影响。

对非 GSO SRS 卫星系统给固定业务点对点系统造成干扰的模拟研究结果显示，在 14.8-15.35 GHz 频段内可实现这些业务的共用，使用的 pfd 限值要比 10.7-11.7 GHz 所用限值高 2 dB，即：

$-12 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$0^\circ \leq \delta \leq 5^\circ$
$-12 + 0.5(\delta - 5) \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$5^\circ < \delta \leq 25^\circ$
$-114 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$	对于	$25^\circ < \delta \leq 90^\circ$

其中 $\delta$ 为水平面上的到达角（度）。

保护 SRS 接收地球站免受具备 ITU-R F.758 建议书所述特性的固定系统发射的影响，在条件有利时可在 18 公里至 30 公里实现，在不太有利的条件下距离最远可达 200 公里。传播模式（1）中平滑地表内陆大圆路径（A2 区）上的距离，可使用 ITU-R SM.1448 建议书给出的方法判定。据预测，当考虑到频率信道化规划、天然站点屏蔽、地形反射波和其它地貌特征等因素后，这些间隔距离可能会下降。

研究显示，现有 DRS 网络将得到保护，免受示例所述低轨卫星和 GSO 卫星的干扰。分析发现，接收 GSO DRS 与发射 GSO SRS 卫星间的距离最短可为 12 公里（相对于轨道间隔小于  $0.02^\circ$ ）。分析还发现接收 DRS 方向的 GSO SRS 卫星发射，在接近地球两极间距的情况下，存在 +23 dB 的最小保护余量。类似结果还出现在位于 DRS 接收天线主波束内的空对地方向低轨 SRS 卫星发射中。在此情况下，与 ITU-R SA.1155 建议书中给出的保护标准相对的干扰余量为 +22 dB。