

风云三号气象卫星星地数据传输 X 频段链路 干扰协调门限研究

聂晶 张媛媛 郭强 陈丽

(中国气象局中国遥感卫星辐射测量和定标重点开放实验室/国家卫星气象中心
(国家空间天气监测预警中心), 北京 100081)

摘要 风云三号系列气象卫星使用 8025~8400 MHz 频段将卫星探测数据传输给地面,该频段还有其它系统在使用,极易干扰风云三号气象卫星星地通讯,影响数据传输。目前,在该频段开展的兼容性分析研究工作中,所采取的系统关键特性参数和干扰保护限值大多数是直接引用国际电联相关建议书,没有对被干扰系统做干扰门限的精细计算,导致协调评估结果不准确,这也给该段频段的协调使用和精细化管理等工作留下了很多潜在隐患。研究了卫星系统集总和单入干扰门限的计算方法,并根据风云三号卫星数据传输链路实际特性参数,分别得出其长期和短期集总干扰门限,并进一步研究得到来自空间长期和短期单入干扰协调门限,以及来自地面的长期和短期单入干扰协调门限,这些门限直接应用于风云三号气象卫星的频谱兼容性研究和频率协调,提高协调效率和协调精度。

关键词 风云三号气象卫星;无线电集总干扰保护限值;单入干扰协调门限;兼容共用

中图分类号: P406 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20210344 **文献标识码:** A

引言

根据国际电信联盟(以下简称国际电联)《无线电规则》频率划分表,8025~8400 MHz 频段以主要业务形式划分给卫星地球探测业务,是包括我国风云系列气象卫星在内的气象卫星数据传输主用频段,也是其它遥感卫星系统用于数据传输的重要频段之一,该频段还同时划分给卫星固定业务(地对空)、固定业务、移动业务等其他空间和地面业务共同使用^[1-3]。

FY-3 系列气象卫星是我国第 2 代极轨业务气象卫星,可以实现全球、全天候、多光谱、三维、定量遥感,包括 3 个批次。截止目前,已经完成了两个批次的发射,第 3 批卫星包含 3 颗极轨卫星和 1 颗倾斜轨道降水测量卫星。FY-3 卫星探测数据的星地传输主用频段是 X 频段 8025~8400 MHz^[4-16]。

近年来,随着商业航天的迅猛发展,各类不同规模的低轨卫星星座系统对频谱的需求也日益旺盛,致使无线电频谱使用愈发拥挤。由于这些卫星系统的轨道类型和系统特性类似,地面数据接收站位置

分布区域相同、相隔不远,地面数据接收站天线旁瓣性能优劣不一等原因,使得这些系统间极易造成相互干扰。依据工业和信息化部无线电管理局颁布的国内卫星网络协调相关规定,所有卫星系统在实际投入使用前,其所用频谱资源须完成与国内其他相关频谱使用部门的协调。国内卫星网络协调的基本技术依据是相关系统间的兼容性仿真分析结论,以判断是否会对各自的系统造成有害干扰,但是各家采用的仿真分析方法不尽相同,且所用系统参数参差不齐,特别是干扰协调门限的选取大多数是直接引用国际电联建议书,没有做到对被干扰系统的精细化计算,仿真评估结果不能有效反映实际系统情况,这对频谱使用留下了很多安全隐患^[17-21]。

本文详细阐述了风云三号卫星系统所能承受的干扰集合即集总干扰和来自单个干扰源的单入干扰门限计算方法,并以 FY-3 非静止轨道气象卫星在 8025~8400 MHz 频段星地链路运行参数为基础,给出 FY-3 卫星系统长期和短期频率共用集总干扰保护限值,并分别给出了来自空间和地面方向无线电信号

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

民用航天技术预先研究项目“天空地频率轨道资源高效利用关键技术”资助

作者简介:聂晶,女,1978 年生,硕士,高工,长期从事气象卫星频谱和轨道资源的拓展和保护工作,Email:niejing@cma.gov.cn

收稿日期:2021 年 8 月 2 日;定稿日期:2022 年 2 月 14 日

的长期和短期单入干扰协调门限,可以直接用于风云三号系列气象卫星的频谱兼容性研究和频率协调。

1 集总干扰保护限值计算方法

任何一个星地数据传输系统,都会留有一定的链路余量来应对数据传输过程中可能出现的各种突发情况,如强降雨导致的信号衰弱、来自其他系统的信号干扰等。为了对干扰程度进行定量分析,首先需要明确受扰系统所能够承受的最大干扰量,也即受扰系统能够承受的来自其它所有系统包括空间和地面等的干扰总量即集总干扰。

1.1 集总干扰保护限值的计算方法

为了研究 FY-3 系列卫星系统所能够承受的最大总干扰,需要根据系统的性能参^[22-23],参照国际电联建议书 ITU-R SA. 1022-1^[24],定义受扰系统可承受的干扰余量为 M ,则:

$$M = \frac{C/N_0}{(C/N_0)_{\text{required}}} \quad (1)$$

式中, C/N_0 是受扰系统正常运行时载波功率与噪声谱密度之比; $(C/N_0)_{\text{required}}$ 是能够满足受干扰系统性能所需要最小载波功率与噪声谱密度之比;

定义 I_0 为到达受干扰系统的集总干扰功率谱密度, M' 为受干扰系统余量,此时有如下表达式成立:

$$M' = \frac{C/(N_0 + I_0)}{(C/N_0)_{\text{required}}} \quad (2)$$

定义干扰余量的损耗因子为 q ,则有如下表达式成立:

$$qM_{\text{dB}} = [C/N_0]_{\text{dB}} - [C/(N_0 + I_0)]_{\text{dB}} \quad (3)$$

于是有真值形式:

$$\frac{M'}{M} = M^{-q} = \frac{C/(N_0 + I_0)}{C/N_0} \quad (4)$$

可以推导出干扰谱密度为:

$$I_0 = N_0(M^q - 1) \quad (5)$$

当系统的余量 M 较大时,可承受的干扰谱密度 I_0 也很大,系统抗干扰能力强;当余量 M 较小时, I_0 也会变得小,系统抗干扰能力弱;当 $M \approx 1$ 时, I_0 非常小,导致系统不能承受任何干扰,这与系统实际情况不符。

用 $M_{\min}$ 表示受干扰系统能够承受的最小余量,则集总干扰保护限值可以表示为:

$$\begin{aligned} I_0 &= N_0(M^q - 1), M > M_{\min} \\ I_0 &= N_0(M_{\min}^q - 1), M \leq M_{\min} \end{aligned} \quad (6)$$

选择合适的参数 q 和 $M_{\min}$,用(6)式可计算出受干扰系统所能承受的长期和短期集总干扰。在充分满足系统性能的前提下,依据最新版本国际电联建议书 ITU-R SA. 1026-5^[25] 给出的相关建议,结合 FY-3 系统的参数,可以研究得出 FY-3 卫星系统在 8025~8400 MHz 频段数据传输链路所能承受来自于所有空间和地面系统的最大总干扰,即集总干扰保护限值,其中长期干扰取值 $q=0.1$,短期干扰取值 $q=1$, $M_{\min}=4.5$ dB。

1.2 单入干扰协调门限的计算方法

在卫星系统实际运行过程中,其受到无线电频谱干扰既有来自空间方向的,也有来自地面方向的,一个卫星系统的链路余量分配需要考虑多路径干扰情况,干扰示意图如图 1。集总干扰是一个系统能否承受的其它所有系统总的干扰,对于一对一的频率协调而言,需要探知来自单个系统可接受的干扰协调门限,即单入干扰门限。通过对干扰源的分析,可以分为来自空间和地面的干扰,根据运行经验设立适当的干扰分配比例、等效干扰源的数量等可以计算出单入干扰协调门限。单入干扰协调门限可以用来评估单个系统对受扰系统产生的干扰情况。对于 8025~8400 MHz 频段频谱划分情况进行仔细分析,来自空间的干扰源主要是同为卫星地球探测业务的其他遥感卫星产生的干扰,来自地面的干扰主要是地面微波或者移动业务产生的干扰。参照国际电联建议书 ITU-R SA. 1023^[26],可以把来自空间和地面的干扰进行分类,同时根据干扰时间的长短又分为长期干扰和短期干扰。

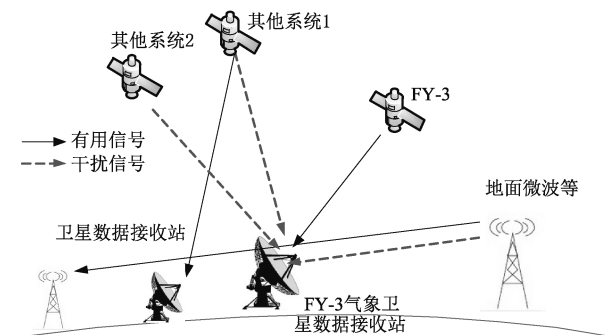


图 1 卫星数据传输受扰示意图

对于长期干扰,即干扰信号不得超过集总干扰的时间百分比为 20%,定义 $i(20)$ 代表被干扰系统所能接受的长期集总干扰功率限值, $i_s(20)$ 代表被干扰系统所能接受来自空间的集总干扰功率限值, $i_t(20)$ 为

被干扰系统所能接受来自地面的集总干扰功率限值, A_s 为总的集总干扰限值可以分配给来自空间的干扰信号限值比例;那么对于一个受扰系统分别可以承受来自空间和来自地面的长期干扰可以表述为:

$$i_s(20) = i(20)(A_s/100) \tag{7}$$

$$i_t(20) = i(20) - i_s(20) \tag{8}$$

对于干扰信号不得超过集总干扰的时间百分比为 $p\%$ 短期干扰信号, p 为短期集总干扰不能超过干扰限值的百分比。定义 $i(p)$ 代表被干扰系统所能接受的短期集总干扰限值, p_s 为来自空间短期干扰不能超过干扰限值的百分比, p_t 为来自地面短期干扰不能超过干扰限值的百分比, a_s 为短期集总干扰中分配给空对地路径干扰信号的比例。定义 $i_s(p_s)$ 为在不超过 $p_s\%$ 的时间内允许超出的来自空间的短期干扰信号功率限值, 此时来自空间的长期干扰不存在; 定义 $i_t(p_t)$ 为在不超过 $p_t\%$ 的时间内允许超出的来自地面的短期干扰信号功率限值, 此时来自地面的长期干扰不存在。由于 p 值非常小, 因此认为空间路径和地面路径同时存在短期干扰的概率比较小, 因此假定来自空间和地面的短期干扰不同时存在, 则划分可以表示为:

$$i_s(p_s) = i(p) - i_t(20) \tag{9}$$

$$i_t(p_t) = i(p) - i_s(20) \tag{10}$$

$$p_s = p(a_s/100) \tag{11}$$

$$p_t = p - p_s \tag{12}$$

来自地对空方向的卫星固定业务和卫星气象业务(8175~8215 MHz)对卫星地球探测业务系统地面数据接收站造成的干扰被统一划分到地面发射台站, 因此空对地方向以卫星地球探测业务运行的其

他同频段卫星系统是对 FY-3 系统唯一空间干扰源, 用 n 表示被干扰系统所承受的来自空间等效干扰信号源数量, 那么

来自空间对 FY-3 单入长期干扰限值为:

$$i'_s(20) = i_s(20)/n \tag{13}$$

来自空间对 FY-3 单入短期干扰限值为:

$$i'_s(p'_s) = i_s(p_s)/yn - i_s(20)(1 - y) \tag{14}$$

$$p'_s = p_s/n \tag{15}$$

其中, y 为产生较强干扰的信号源在空对地路径等效干扰源中的比例($0 < y \leq 1$, 一般情况 $y = 1/n$);

用 m 表示被干扰系统所承受的来自地面等效干扰源数量, 那么来自地面单入长期干扰限值为:

$$i'_t(20) = i_t(20)/m = [i(20) - i_s(20)]/m \tag{16}$$

来自地面单入短期干扰限值:

$$I'_t(p'_t) = i_t(p_t)/zm - i_t(20)(1 - z) \tag{17}$$

$$p'_t = p_t/m \tag{18}$$

其中, z 为产生较强干扰的信号源在地面路径等效干扰源中的比例($0 < z \leq 1$, 一般情况 $z = 1/m$)。

通过上述方法, 可以计算出 FY-3 系统来自不同方向长期和短期单入干扰协调门限。

2 风云三号气象卫星的干扰保护门限计算

2.1 FY-3 系统集总干扰保护门限

采用上述方法, 结合 FY-3 实际数据传输系统链路参数, 可以得出 FY-3 气象卫星系统的长期和短期集总干扰保护门限, 这些门限可以作为 FY-3 系列卫星系统开展国内国际卫星网络协调依据。FY-3 系列卫星链路参数如下表 1 所示。经过链路核

表 1 8025~8400 MHz 频段 FY-3 数据链路参数和性能要求

	记录数据回放			
	太阳同步轨道		倾斜轨道	
未达到链路余量的时间百分比 p	0.0125(短期干扰)	20(长期干扰)	0.0125(短期干扰)	20(长期干扰)
开始接收数据仰角(在 p 的时间超过)	7°	13°	5°	13°
地球半径/km	6371	6371	6371	6371
轨道高度/km	836	836	407	407
工作频率/MHz	8250	8250	8213	8213
调制符号速率 $R_s/(\text{Mb} \cdot \text{s}^{-1})$	300	300	450	450
大气吸收、雨衰等损耗/dB	4.8	4.8	4.8	4.8
地面天线指向和极化损耗/dB	2	2	2	2
接收地球站天线增益 G_r/dBi	57.68	57.68	57.68	57.68
$[G_r/T_r]/\text{dB}$	34	34	34	34
波耳兹曼常数 k	-228.6	-228.6	-228.6	-228.6
解调损耗/dB	4	4	4	4
误码率 10^{-7} 要求的 $E_b/N_0/\text{dB}$	11.4	11.4	11.4	11.4

算,可以得出系统的设计余量等参数,如表 2 所示。

表 2 FY-3 系统性能分析

	记录数据回放			
	太阳同步轨道		倾斜轨道	
	0.0125(短期干扰)	20(长期干扰)	0.0125(短期干扰)	20(长期干扰)
未达到链路余量的时间百分比 p	7°	13°	5°	13°
开始接收数据仰角(在 p 的时间超过)				
站星距离/km	2681	2228	1824	1288
等效全向发射功率(EIRP)/dBW	20	20	20	20
自由空间传播损耗/dB	179	178	176	173
总的传播损耗 $[L]$ /dB	185.8	184.8	182.8	179.8
热噪声功率密度 T	233	233	233	233
内部总噪声功率密度 N_0 /dBW/Hz	-205	-205	-205	-205
接收机输入端 C/N_0 /dBHz	96.8	97.8	99.8	102.8
接收信号的 $[E_b/N_0]$ /dB	11.8	12.8	12.8	15.8
E_b/N_0 设计余量 M /dB	2.4	3.4	3.4	6.4

根据式(2)~(6),逐级计算,分别得出不同轨道高度 FY-3 系列卫星数据链路传输可以承受的长期集总干扰(达不到链路余量的时间百分比不超过 20%)和短期集总干扰(达不到链路余量的时间百分比不超过 0.0125%),其中, $q_{\text{长期}} = 0.1$, $q_{\text{短期}} = 1$, $M_{\min(\text{长期})} = M_{\min(\text{短期})} = 4.5$ dB,参考带宽 375 MHz。

对于轨道高度为 836 km 的 FY-3 数据传输链路,其集总干扰限值即集总干扰保护门限为:①在不超过 20%的时间,且参考带宽为 375 MHz 时,长期干扰门限为 $i(20) = -128.8$ dBW;②在不超过 0.0125%的时间,且参考带宽为 375 MHz 时,短期干扰门限为 $i(0.0125) = -113.9$ dBW。

对于轨道高度为 407 km 的 FY-3 数据传输链路,其集总干扰限值即集总干扰保护门限为:①在不超过 20%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,长期干扰门限为 $i(20) = -128.8$ dBW;②在不超过 0.0125%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,短期干扰门限为 $i(0.0125) = -116.6$ dBW。

FY-3 系统性能如表 3 所示。

表 3 FY-3 系统性能

	轨道高度			
	836 km	836 km	407 km	407 km
未达到链路余量的时间百分比 p	20	0.0125	20	0.0125
参考带宽/MHz	375	375	375	375
q 因子	0.1	1	0.1	1
集总干扰限值 I_0 /dBW	-128.8	-113.9	-128.8	-116.6

2.2 FY-3 系统单入干扰协调门限

对于需要与 FY-3 卫星系统进行频谱兼容共用

的任一系统而言,计算出 FY-3 系统的单入干扰协调门限即共用门限是具有重要现实意义的。依据干扰链路方向不同,干扰源可以分为来自空间和地面的干扰,那么单入干扰协调门限就可以细分为来自空间的长期和短期干扰协调门限,以及来自地面的长期和短期干扰协调门限。

假设参考带宽为 375 MHz,根据最新版本的国际电联建议书 ITU-R SA. 1027-6^[27]给出的建议,在满足系统本身的性能前提下^[28],计算 FY-3 卫星系统单入干扰限值所采用空间和地面比例分配和系统数量如表 4 所示。

表 4 推导单入干扰协调门限所使用的参数

	长期		短期	
	空间	地面	空间	地面
干扰信号分配比/%	1	99	20	80
干扰源数量	1	2	1	2

采用 2.2 节所述方法,可以计算出 FY-3 卫星系统在 8025~8400 MHz 频段单入干扰协调门限。

对于轨道高度为 836 km 的 FY-3 数据传输链路,得出其单入干扰协调门限为:①在不超过 20%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自空间的单入干扰限值为 $i'_s(20) = -148.8$ dBW;②在不超过 20%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自地面的单入干扰限值为 $i'_i(20) = -131.9$ dBW;③在不超过 0.0025%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自空间的单入干扰限值为 $i'_s(p'_s) = -114.0$ dBW;④在不超过 0.0050%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自地面的单入干扰限值为 $i'_i(p'_i) = -113.9$ dBW。

对于轨道高度为 407 km 的 FY-3 数据传输链路,其单入干扰协调门限为:①在不超过 20%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自空间的单入长期干扰限值为 $i'_s(20) = -148.8$ dBW;②在不超过 20%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自地面的单入长期干扰限值为 $i'_i(20) = -131.9$ dBW;③在不超过 0.0025%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自空间的单入短期干扰限值为 $i'_s(p'_s) = -116.9$ dBW;④在不超过 0.0050%的时间且参考带宽为 375 MHz 时,来自地面的单入短期干扰限值为 $i'_i(p'_i) = -116.6$ dBW。

归纳起来,FY-3 系统 X 下行数据传输可以允许的单入干扰协调限值如下表 5 所示。

表 5 FY-3 不同路径数据链路单入干扰保护限值

	长期干扰限值*		短期干扰限值**	
	空间	地面	空间	地面
$p/\%$	20	20	0.0025	0.0050
$I_0^{***}(h=836\text{ km})$	-148.8	-131.9	-114.0	-113.9
$I_0^{***}(h=407\text{ km})$	-148.8	-131.9	-116.9	-116.6

注: * 在不超过 20%的时间可以允许超出, ** 在不超过 $p\%$ 的时间可以允许超出, *** 参考带宽为 375 MHz,下同。

2.3 干扰保护限值对比

FY-3 实际链路核算出来的干扰保护限值相对于国际电联建议书 ITU-R SA. 1027-6 给出协调门限对比如下表 6 所示,从对比结果可以看出用基于实际链路得出干扰保护门限对于系统的保护更贴近实际情况。

表 6 8025~8400 MHz 频段 FY-3 数据链路和 ITU 给出不同路径单入干扰保护限值对比 dBW

	长期干扰限值*		短期干扰限值**	
	空间	地面	空间	地面
$p/\%$	20	20	0.0025	0.0050
ITU-R SA. 1027-6 限值***	-151	-134.2	-117.25	-117.25
I_0 差值*** ($h=836\text{ km}$)	2.2	2.3	3.25	3.35
I_0 差值*** ($h=407\text{ km}$)	2.2	2.3	0.35	0.65

3 分析与结论

本文通过研究国际上主流针对遥感卫星系统数据传输链路的干扰保护门限和协调门限的确定性计算方法,结合 FY-3 系列卫星系统实际运行特性参数和无线电频谱保护需求,参考国际电联相关建议

书,提出了一套切实可行非静止轨道气象卫星干扰保护门限和协调门限计算方法。分别给出了 FY-3 卫星系统在轨道高度为 836 km 和 407 km 时的单入和集总干扰保护门限,已用于 FY-3 系列卫星实际系统的国际国内频率兼容共用研究及卫星网络频谱兼容性协调工作,更精确地保护风云系列卫星系统的用频安全。这种协调门限的计算方法可以用于 8025~8400 MHz 频段及其它非静止轨道的卫星系统单入干扰保护限值的计算。

参考文献

[1] ITU. Radio Regulations [S]. International Telecommunication Union, Edition of 2020, Geneva: ITU-R, 2020.

[2] 工业和信息化部无线电管理局. 中华人民共和国无线电频率划分规定[M]. 北京:人民邮电出版社, 2018.

[3] WMO-ITU. Handbook on Use of Radio Spectrum for Meteorology: Weather, Water and Climate Monitoring and Prediction [R]. Edition of 2017, Geneva: ITU-R, 2017.

[4] 杨军. 气象卫星及其应用[M]. 北京:气象出版社,2012:1-12.

[5] 杨忠东,张鹏. 风云三号气象卫星地面应用系统工程技术和实践[M]. 北京:电子工业出版社,2020:1-13.

[6] 杨忠东,卢乃锰,施进明,等. 风云三号卫星有效载荷与地面应用系统概述[J]. 气象科技进展,2013,3(4):6-12.

[7] 杨忠东,张鹏,谷松岩,等. FY-3 卫星应用和发展[J]. 上海航天,2017,34(4):1-7.

[8] 冯小虎,郭强. 风云二号气象卫星双星共轨技术研究与应用[J]. 气象科技,2018,46(1):34-38.

[9] 王富,陆其峰,于天雷. 气象卫星应用效益评估方法及其应用[J]. 气象科技,2021,49(3):348-352.

[10] 王素娟,崔鹏,冉茂农,等. FY3A/VIRR 海面温度业务产品算法改进与质量检验[J]. 气象科技,2014,42(5):748-752.

[11] 王素娟,崔鹏,张鹏,等. FY-3C/VIRR 海表温度产品及质量检验[J]. 应用气象学报,2020,31(6):729-739.

[12] Yang J, Zhang P, Lu N, et al. Improvements on global meteorological observations from the current Fengyun 3 satellites and beyond [J]. International Journal of Digital Earth, 2012, 5(3): 251-265.

[13] 朱爱军,朱杰,刘波. QXT238-2014 风云三号气象卫星 A/B/C 数据广播及接收技术规范[S]. 北京:气象出版社,2014,3-15.

[14] 尹红刚,吴琼,谷松岩,等. 风云三号(03)批降水测量卫星探测能力及应用[J]. 气象科技进展,2016,6(3):55-61.

[15] 张鹏,杨虎,邱红,等. 风云三号卫星的定量遥感能力[J]. 气象科技进展,2012,2(4):6-11.

[16] 朱爱军. 风云三号气象卫星数据传输体制分析[J]. 应用气象学报,2006,17(4):494-501.

[17] 吴彪,韩阳,赵彬. 干扰保护准则实现方法及应用分析(上)[J]. 中国无线电,2017,3:48-50.

[18] 吴彪,韩阳,赵彬. 干扰保护准则实现方法及应用分析(下)

- [J]. 中国无线电, 2017, 4: 50-59.
- [19] 聂晶, 张琳, 尹红刚, 等. 风云气象卫星与潜在国际移动通信系统基站共用 1695~1710 MHz 频段频谱兼容性分析[J]. 气象科技, 2017, 45(6): 968-973.
- [20] 聂晶, 尹红刚, 喻阳, 等. 风云气象卫星与潜在国际移动通信系统用户终端在 1695~1710MHz 频段兼容性分析[J]. 气象科技, 2017, 45(4): 622-628.
- [21] 李建欣, 杨文翰. 地球站间干扰保护距离的研究——卫星固定业务地球站对近地空间研究业务地球站的干扰保护距离[J]. 电信科学, 2014(6): 86-89.
- [22] ITU. Report ITU-R SA. 2272: Spectrum requirements for future EESS missions operating under a potential new EESS up-link allocation in the 7-8 GHz range [R]. Geneva: ITU-R, 2013: 1-5.
- [23] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1021: Methodology for determining performance objectives for systems in the Exploration-satellite and Meteorological satellite services [S]. Geneva: ITU-R, 1994: 1-2.
- [24] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1022-1: Methodology for determining interference criteria for systems in the earth exploration-satellite and meteorological-satellite services [R]. Geneva: ITU-R, 1999: 1-3.
- [25] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1026-5: Aggregate interference criteria for space-to-Earth data transmission systems operating in the Earth exploration-satellite and meteorological-satellite services using satellites in low-Earth orbit [R]. Geneva: ITU-R, 2017: 1-15.
- [26] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1023: Methodology for determining sharing and coordination Criteria for systems in the earth exploration-satellite meteorological-satellite services [R]. Geneva: ITU-R, 1994: 1-3.
- [27] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1027-6: Sharing criteria for space-to-Earth data transmission systems in the Earth exploration-satellite and meteorological-satellite services using satellites in low Earth orbit [R]. Geneva: ITU-R, 2019: 1-5.
- [28] ITU. Recommendation ITU-R SA. 1159-4: Performance criteria for data transmission systems in the Earth exploration-satellite service and meteorological-satellite service [R]. Geneva: ITU-R, 2017: 1-5.

Study of Aggregate Interference Criteria and Sharing Criteria of Data Transmission Systems for FY-3 Non-GSO Meteorological Satellite

NIE Jing ZHANG Yuanyuan GUO Qiang CHEN Li

(Key Laboratory of Radiometric Calibration and Validation for Environmental Satellites, National Satellite Meteorological Center (National Center for Space Weather), CMA, Beijing 100081)

Abstract: The frequency band 8025—8400 MHz is extensively used by a large number of sounding data transmission systems of the FY-3 series non-GSO meteorological satellites with earth exploration-satellite service on a primary basis. Many other services and systems operate in the same frequency band. Finding a way to avoid harmful interference and ensure the sharing and compatibility between FY-3 systems and other incumbent systems is significant. At present, the domestic sharing and compatibility studies in this frequency band are not based on the accurate characteristics of the actual meteorological satellites systems, resulting in potential risks of negative effects on the application and delicacy management of the spectrum. Based on the parameters of the data link used by FY-3 satellites, this paper conducts the study and provides the aggregate and single-entry protection criteria and coordination threshold from space and ground directions respectively, which can be directly applied to coordination meetings between FY-3 series and other satellite networks at the national or international level.

Keywords: FY-3 meteorological satellite; aggregate interference protection criteria; single entry coordination threshold; sharing criteria