



无线电通信局（BR）

通函  
CCRR/53

2015年10月26日

致国际电联各成员国主管部门

事由： 关于空间网络之间有害干扰概率（C/I比）计算方法的《程序规则》修改草案

请留意有关空间网络之间有害干扰概率（C/I比）计算方法的《程序规则》第B3节B部分的修改草案。

根据《无线电规则》第13.17款，这些《程序规则》草案在根据第13.14款提交给无线电规则委员会之前提供给各主管部门，并征求意见。如《无线电规则》第13.12A d)款所述，您希望提交的所有意见应不迟于2016年1月4日送达无线电通信局，以便在定于2016年2月1日-5日召开的无线电规则委员会第71次会议上进行审议。所有意见应通过传真发送至+41 22 730 5785或通过电子邮件应发送至[brmail@itu.int](mailto:brmail@itu.int)。

主任  
弗朗索瓦·朗西

附件：1件

抄送：

- 国际电联各成员国主管部门
- 无线电规则委员会委员

## 附件1

### 关于空间网络之间有害干扰概率 (C/I比) 计算方法的《程序规则》第B3节B部分的修改稿

4A工作组(WP4A)在其2015年6月会议上审议了《程序规则》第B3节B部分所含的卫星网络间有害干扰可能性计算方法实施的问题,并且得出结论:“如《程序规则》的部分要素的文字表述能够更加清晰的话,对于各主管部门将有所助益”,即:

- i) -对于在实施《无线电规则》第11.32A检查时使用的是哪一个C/N比(是计算所得C/N,还是主管部门所提供的目标C/N)进行澄清。特别是,4A工作组希望该文字能够清晰地突出方法中用于检查新加入网络和现有网络间干扰检查的区别;
- ii) -对在同样的检查中使用哪种功率水平(最大还是最小)用于计算C/I比进行澄清;
- iii) -分别对上行和下行在不同的业务区内得出不同C/I比所用测试点如何确定进行澄清”

同时,4A工作组审议了若干对于《程序规则》第B3节B部分的修改示例,以澄清这些问题。

为了对向无线电通信局主任提出的澄清要求(第4A/669号文件附件15)做出回应,无线电通信局准备了一份对《程序规则》第B3节B部分的修改草案,其中包含向4A工作组所做澄清以及用于进一步澄清该《程序规则》的额外要素。

- 有关在载波与总噪声功率水平和载波与内部噪声功率比之间建立关系的额外余量的进一步信息;以及,
- 对计算方法的更新,以取消对整个链路计算的参引。

## B部分

### 第B3节

MOD

#### 关于空间卫星网络之间有害干扰概率 (C/I 比) 计算方法的程序规则

理由：编辑性改进。

MOD

### 3 算法

要完成上述兼容性分析，将用到下述方法。

该方法以ITU-R S.741-2建议书为基础。在考虑ITU-R S.740建议书的几何因素后，要计算一系列载波干扰比（C/I），使用通知主管部门提交的附录4中的有用及干扰载波电平的功率值C.8.a.1/C.8.b.1（即峰值包络功率的最大值/总峰值包络功率），并按下述方法计算一个干扰调整系数，以便纳入有用载波与干扰载波的频率偏置情况以及带宽的差别。然后把这些C/I值与按下述第3.2段中表2的标准计算得出的所需C/I值相比较。该表含有一系列单入干扰标准，用于保护不同类型的载波。如果所需的C/I值由各主管部门商定并通知无线电通信局，则计算出的C/I值将与这些双方商定的C/I值进行比较。

然后算出一组余量M（计算出的C/I – 所需的C/I）。应注意的是，按照下述第3.2段的表2采用了一组C/N指标（性能）和一个K值，该K值一般不是12.2 dB就是14.0 dB。还应注意的是，这些数值对应着受保护指配的总噪声功率N的6%或4%的最大可允许干扰（性能）。~~负责受审查卫星网络的主管部门提交无线电通信局的C/N指标，将用于评估该卫星网络受到有害干扰的概率。在评估该卫星网络对其他卫星网络产生有害干扰的概率时，只有负责其他卫星网络的主管部门提交的C/N指标比计算出的C/N指标低时，才会采用其提供的C/N指标。否则将采用计算出的C/N值。如果负责的主管部门没有提交C/N指标（过去没有提此要求），则采用计算出的C/N值。~~

为了确定用于计算的所需C/I，分析了两个场景：

I. 由现有业务导致按照第11.32A款提交供检查网络所受的干扰评估：

在这种情况下，为了计算受检查网络的所需C/I，须使用通知主管部门所提交的网络的目标C/N（附录4附件2第C.8.e.1项）。

II. 由按照第11.32A款提交供检查网络导致现有网络所受干扰的评估：

在这种情况下，为了计算每个现有网络的所需C/I，须使用所提交目标C/N（附录4附件2第C.8.e.1项）和计算所得C/N（使用通知主管部门在附录4第C.8.a.1和C.8.b.1项）两者的较小值。

如果通知主管部门未提交C/N目标值（因为在过去这不是必须的），须使用计算所得C/N。

关于被用于确定单入保护标准（所需C/I）的C/N比的计算，ITU-R S.741-2建议书的表2（见下文）规定“C/N”为“载波与包括所有系统内部噪声及来自其他系统的干扰在内的总噪声功率之比（dB）”。因此，要符合这一定义，在根据有关部门提供的内部系统噪声值计算出的余量上，还要附加一个额外余量，对于有用模拟电视发射，该值为0.46 dB，对于其他有用发射为1.87 dB。附文2含有计算上述额外余量所用的方法。

**原因：为了澄清：**

- 计算中所用的峰值功率：因为发射中包含峰值功率/功率密度的最大值和最小值，有关用于C/I计算的功率水平并不清晰。为了计算所谓“计算所得C/N比”，无线电通信局使用通知主管部门在《无线电规则》附录4的C.8.a.1/C.8.b.1项中填写的功率值（即峰值包络功率/总峰值包络功率的最大值）。
- 按照《无线电规则》第11.32A款检查所用的C/N比（计算所得C/N或主管部门所提供的目标C/N）：所提修改突出了方法中用于检查针对新加入网络和现有网络干扰方法的区别。该修改进一步强调了并且澄清了这一审查中的重要问题，例如：用于计算目标C/N所用的目标C/N的选择问题。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

## MOD

## 3.2 对余量 M、C/I、C/N 的算法

表2

## 单独干扰保护标准

干扰载波类型 \ 有用载波类型	模拟 (TV-FM) 或其他	数字系统	模拟系统 (非TV-FM)
模拟 (TV-FM)	$C/N_{tot} + 14(\text{dB})$		
数字系统	如果 $DeNeBd \leq InEqBd$ , 那么 $C/N_{tot} + 9.4 + 3.5 \log(\delta) - 6 \log(i/10)(\text{dB})$ (即, $C/N_{tot} + 5.5 + 3.5 \log(DeNeBd(\text{MHz}))$ ) 否则, 如果 $DeNeBd > InEqBd$ , 那么 $C/N_{tot} + 12.2(\text{dB})$	$C/N_{tot} + 12.2(\text{dB})$	
模拟系统 (非TV-FM)	$13.5 + 2 \log(\delta) - 3 \log(i/10)(\text{dB})$	$C/N_{tot} + 12.2(\text{dB})$	
其他	$13.5 + 2 \log(\delta) - 3 \log(i/10)(\text{dB})$	$C/N_{tot} + 14(\text{dB})$	

其中:

$C/N_{tot}$ : 与内部噪声相关的载波功率与总噪声功率 (包括所有内部噪声和来自其他系统的干扰) 之比, 与C/N的内部关系如下:

$$\left( \frac{C}{N_{tot}} \right) = \left( \frac{C}{N_i} \right) - X$$

其中X是后附资料2第3至5节中定义的额外余量, 而C/N根据后附资料1第3节在内部系统噪声功率得出。

DeNeBd: 有用载波的必要带宽 (附录4附件2的C.7.a项)

InEqBd: 干扰载波的等效带宽 (等于总功率与功率密度之比 (分别参见附录4附件2的C.8.a.1和C.8.a.2项))

$\delta$ : 有用信号带宽与能量扩散信号造成的电视载波峰峰漂移值之比 (各种情况下峰峰漂移值都采用4 MHz)

$i$ : 在有用信号带宽内的预调制干扰功率, 以占总预调制噪声功率 (通常采用20 dB) 的百分比表示

**理由:** 为载波和总噪声功率 (其中包括全部内部系统噪声和来自其他系统的干扰以及内部噪声功率) 之间建立联系。通过额外余量在噪声功率中纳入其他干扰源, 使得可以确定单入干扰保护比, 而不必实际计算来自其他系统的噪声。

## 后附资料1

### 计算 (M、C/I、C/N) 的算法

#### MOD

#### 1 余量算法

要计算余量值，首先必须确定所需的  $\left(\frac{C}{I}\right)_m$  值，它是C/N和K因子的函数：

$$\frac{\left(\frac{C}{I}\right)_m - \left(\frac{C}{N}\right) + K}{\left(\frac{C}{I}\right)_m} = \left(\frac{C}{N_i}\right) + K - X$$

其中：

$\left(\frac{C}{I}\right)_m$ ：所需要的C/I值，单位为 dB

$\left(\frac{C}{N_i}\right)$ ：C/N<sub>i</sub>目标值或计算值 (dB) (参见前述第3节第3段及下述第三节)。

K：在计算所需的C/I值时所需的因子，通常为14.0 dB或者12.2 dB，取决于所需信号的调制特性（参见 ITU-R S.483 和 ITU-R S.523 建议书）。

X 额外余量以满足总噪声的比值的定义，总噪声包括了系统内部的噪声和来自其他系统的干扰噪声。后附资料2中包含了用于得出额外余量的方法。

由于  $\left(\frac{C}{I}\right)_m$  和  $\left(\frac{C}{I}\right)_a$  的值因服务区内的不同地理位置而不同，这两个值都需要计算：

- 在相关特定地球站的地理位置，或；
- 如果是典型的地球站，按照后附资料3中给出的方法，在  $\left(\frac{C}{I}\right)_a$  为最小值的服务区内的测试点。

**理由：**这些修改澄清了额外余量的使用问题，并提供了对新起草的后附资料3的参引，该文件中纳入了对于测试点选择程序的描述。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

MOD

2 干扰情况下的  $\left(\frac{C}{I}\right)_a$  算法

基本的C/I值可以调整为：

$$\left(\frac{C}{I}\right)_a = \left(\frac{C}{I}\right)_b - I_a$$

其中：

$\left(\frac{C}{I}\right)_a$ ：为考虑了干扰调整因子后的调整的C/I值

$\left(\frac{C}{I}\right)_b$ ：为没有考虑干扰调整因子的C/I的基本计算值

$I_a$ ：为干扰调整因子，单位为 dB。

~~调整后的C/I值可以在上行链路和下行链路中分别计算，需要注意的是，在上行链路和下行链路中，调整因子也许会不同。~~

~~总的C/I也可以计算出来。如果只需要计算上行链路或者下行链路的C/I值时，总的C/I值即为单独的上行链路或者下行链路的C/I值，然而，如果既有上行链路也有下行链路时，对于每个下行链路测试点而言，总的C/I值即为最差情况下上行链路的C/I值和该测试点的下行链路C/I值，计算公式如下：~~

~~$$\left(\frac{C}{I}\right)_T = 10 \log_{10} \left[ 10^{-\frac{\left(\frac{C}{I}\right)_u}{10}} + 10^{-\frac{\left(\frac{C}{I}\right)_d}{10}} \right]$$~~

~~其中：~~

~~$\left(\frac{C}{I}\right)_T$  为在某个下行链路测试点 (dB) 的总的C/I值~~

~~$\left(\frac{C}{I}\right)_u$  在任何上行链路测试点的最差情况下上行链路C/I值，单位为 dB~~

~~$\left(\frac{C}{I}\right)_d$  为在某个下行链路测试点的下行链路C/I值，单位为 dB。~~

理由：在WRC-2000之前，为了根据整体链路情况（其中包括上行和下行）确定协调需求，需要提供打包表，以涵盖上行和下情频率的全部组合。然而，WRC-2000做出决定，通过隔离双向发射的协调需求，简化《无线电规则》的条款。这导致了打包信息（附录4的D节）变

成可选项。在这种情况下，当向受检和现存网络提供打包信息时，无线电通信局根据第11.32A款为了简化起也只提供的单独链路计算。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

### MOD

## 3 C/N的算法

在计算C/N时，需要先计算N的值，公式如下：

$$N = -228.6 + 10 [\log_{10}(T_R) + 6 + \log_{10}(BW)]$$

$$N_i = -228.6 + 10 [\log_{10}(T_R) + 6 + \log_{10}(BW)]$$

其中：

**N<sub>i</sub>**：为内部系统噪声的值，单位为 dBW

TR：为接收系统的噪声温度，单位为K

BW：为带宽，单位为 MHz。

如果有上行链路，需要为上行链路计算N<sub>i</sub>的值，如果有下行链路，需要为下行链路计算N<sub>i</sub>的值以得到整个系统的N<sub>i</sub>值。

一旦N<sub>i</sub>的值被确定，就可以计算上行链路（如果有上行链路）或者下行链路（如果有下行链路）的测试点上的C/N<sub>i</sub>值，公式如下：

$$\left(\frac{C}{N}\right) = C - N$$

$$\left(\frac{C}{N_i}\right) = C - N_i$$

其中：

C：为载波，单位为 dBW

**N<sub>i</sub>**：为内部系统噪声，单位为 dBW

总的C/N值需要被计算出来，如果只需要计算上行链路或者下行链路的C/N值时，总的C/N值即为单独的上行链路或者下行链路的C/N值，然而，如果既有上行链路也有下行链路时，总的C/N值用针对每一个下行链路测试点的最差情况上行链路C/N值和该测试点的下行链路C/N值来计算，计算公式如下：

$$\left(\frac{C}{N}\right)_T = 10 \log_{10} \left[ 10^{-\frac{(C/N)_u}{10}} + 10^{-\frac{(C/N)_d}{10}} \right]$$

其中：-



~~$\left(\frac{C}{N}\right)_T$  : 为在某个下行链路测试点 (dB) 上的总 C/N 值~~

~~$\left(\frac{C}{N}\right)_u$  : 为在上行链路中任何测试点的最坏情况下的 C/N 值, 单位为 dB~~

~~$\left(\frac{C}{N}\right)_d$  : 为在一个特定下行链路测试点的下行链路 C/N 值, 单位为 dB。~~

理由：与上述类似。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

## 后附资料2

### 需要考虑的额外余量

#### MOD

#### 2 根据第1.174款的计算

在第1.174款中定义的卫星的链路噪声温度是这样的：

“指折算到地球站接收天线输出端的噪声温度，它对应于在卫星链路输出端产生全部所测噪声的射频噪声功率，但来自使用其他卫星的卫星链路的干扰和来自地面系统的干扰所造成的噪声除外卫星地球站的接收天线端的输出与卫星链路输出端所产生的总噪声功率的比值”。

可以用主管部门提供的系统内部噪声温度来导出系统的内部噪声温度，在附录8中的定义是这样的：

“ $T_s$ ：指空间电站的系统噪声温度，以空间站接收天线输出端为参考点，单位是K”

“ $T_e$ ：指地球站的系统噪声温度，以地球站接收天线输出端为参考点，单位是K”

根据ITU-R S.738建议书，可以用上面的参数来导出卫星链路噪声温度的最小值，即：

$$T_{min} \geq T_e \geq \gamma_{min} T_s \geq T_a$$

其中：

$T_a$ ：指其他的内部噪声

$\gamma_{min}$ ：指卫星链路的对干扰的最小传输增益。

对等效卫星链路的计算在WRC-2000之前是必须的。在WRC-2000之后，《无线电规则》附录4打包信息（计算整体链路的必要信息）成为可选项。因此，为在WRC-2000之后收到的卫星网络之间按照附录8建立的协调需求仅基于单独上行/下行链路计算。

因此为了简明扼要，在全部情况下， $T_s$  和  $T_e$  被单独用于进行上行和下行各自的C/I计算中。

理由：在WRC-2000之前，为了根据整体链路情况（其中包括上行和下行）确定协调需求，需要提供打包表，以涵盖上行和下情频率的全部组合。然而，认识到最终有必要为双向发射确定单独协调需求，WRC-2000做出决定，通过确定双向发射的协调需求，简化《无线电规则》的条款。这导致了打包信息（附录4的D节）变成可选项，并阻止附录8的方法根据整体链路进行计算。

与之类似，无线电通信局按照第11.32A款只提供分离链路的计算。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

MOD

### 3 根据ITU-R S.741-2建议书需要计算的噪声

根据ITU-R S.741-2 建议书，应在以Te和Ts为基础的N值上加由其他空间网络卫星系统所引起的最大允许集总干扰值，就像在ITU-R S.466（用于FDM-FM电话）、ITU-R S.483（用于电视模拟）和ITU-R S.523（用于数字发射）建议书中提到、并如ITU-R SF.356 建议书（采用调频的电话信道）和ITU-R SF.558建议书（采用8-比特PCM编码电话）中所定义的共享同样频段的地面发射。

理由：编辑性改进。

MOD

#### 4.1.1 由其他空间网络卫星系统共用相同频段产生的集总干扰（ITU-R S.466建议书）

理由：编辑性改进。

MOD

#### 4.1.3 额外余量的计算

$N_{tot}$ : 指由所有内部噪声和其他系统引起的干扰的总的链路噪声；

$N_i$ : 指链路内部噪声；

$X$ : 指由其他系统引起的干扰噪声；

所以有：

$$N_{tot} \approx N_i + X$$

其中：

$$X \approx (0.25 \approx 0.1) N_{tot}$$

因此：

$$N_{tot} \approx N_i + 0.35 N_{tot}$$

$$N_{tot}(1 - 0.35) \approx N_i$$

$$N_{tot} \approx 1.53 N_i$$

~~额外余量： $10^{*} \log(1.53) \approx 1.87 \text{ dB}$ 在上行和下行链路分别计算的情况下，如果缺乏足够的信息来计算额外余量（例如，遥测和远程控制信号），将使用最初的余量，即，在此情况下将不考虑额外余量。~~

理由：对《程序规则》目前的实施中在不考虑信号的类型的基础上考虑了独立链路的额外余量。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

**MOD**

**4.2.1** 由其他空间网络卫星系统共用相同频段产生的集总干扰（ITU-R S.523建议书）

**理由：**编辑性改进。

**MOD**

**4.3.1** 由其他空间网络卫星系统共用相同频段产生的集总干扰（ITU-R S.483建议书）

**理由：**编辑性改进。

ADD

### 后附资料3

## 找到用于计算C/I的测试点

### 1 引言

对于有害干扰可能性的评估须基于下述内容：

- 有用卫星业务区内的一个下行测试点，在该点  $\left(\frac{C}{I}\right)_a$  最小。
- 上行有用和干扰链路的两个测试点，产生  $\left(\frac{C}{I}\right)_a$  的最小值。

$\left(\frac{C}{I}\right)_a$  当有用信号最小且干扰信号最大时取值最小。

### 2 下行C/I计算的测试点

用于计算有用接收地球站C/I位置的选择使用以下标准：

- 地球站位于有用卫星业务区之中；
- 地球站位于干扰卫星可见范围内；
- 有用卫星增益和干扰卫星指向有用地球站增益之差为最小；

最小增益差通过以下流程确定：

- 在有用卫星业务区  $A_w$  内生成网格点
- 找到每个网格点  $a \in A_w$  的有用卫星增益  $G_w$ ；
- 找到干扰卫星指向每个网格点  $a \in A_w$  的增益  $G_I$
- 找到指向每个卫星的增益差最小的差值，即  $Min[G_w(a_{min}) - G_I(a_{min})]$  所对应的网格点  $a_{min}$ 。

无线电通信局已经开发了GIMS增益差值库，用于查找所有网格点的卫星增益。

图A3-1给出了确定测试点的图形示例。

### 3 上行C/I计算的测试点

对于上行计算，有必要确定两个地球站的位置—一个是有用链路的发射地球站，另一个是干扰链路的发射站。

这些地球站的选择须使用下列标准：

- 有用地球站位于有用卫星的业务区内；
- 干扰地球站位于干扰卫星的业务区内；
- 干扰地球站位于有用卫星的可是范围内；
- 指向有用地球站的有用卫星增益与干扰地球站增益之差为最小；

最小增益差通过以下流程确定：

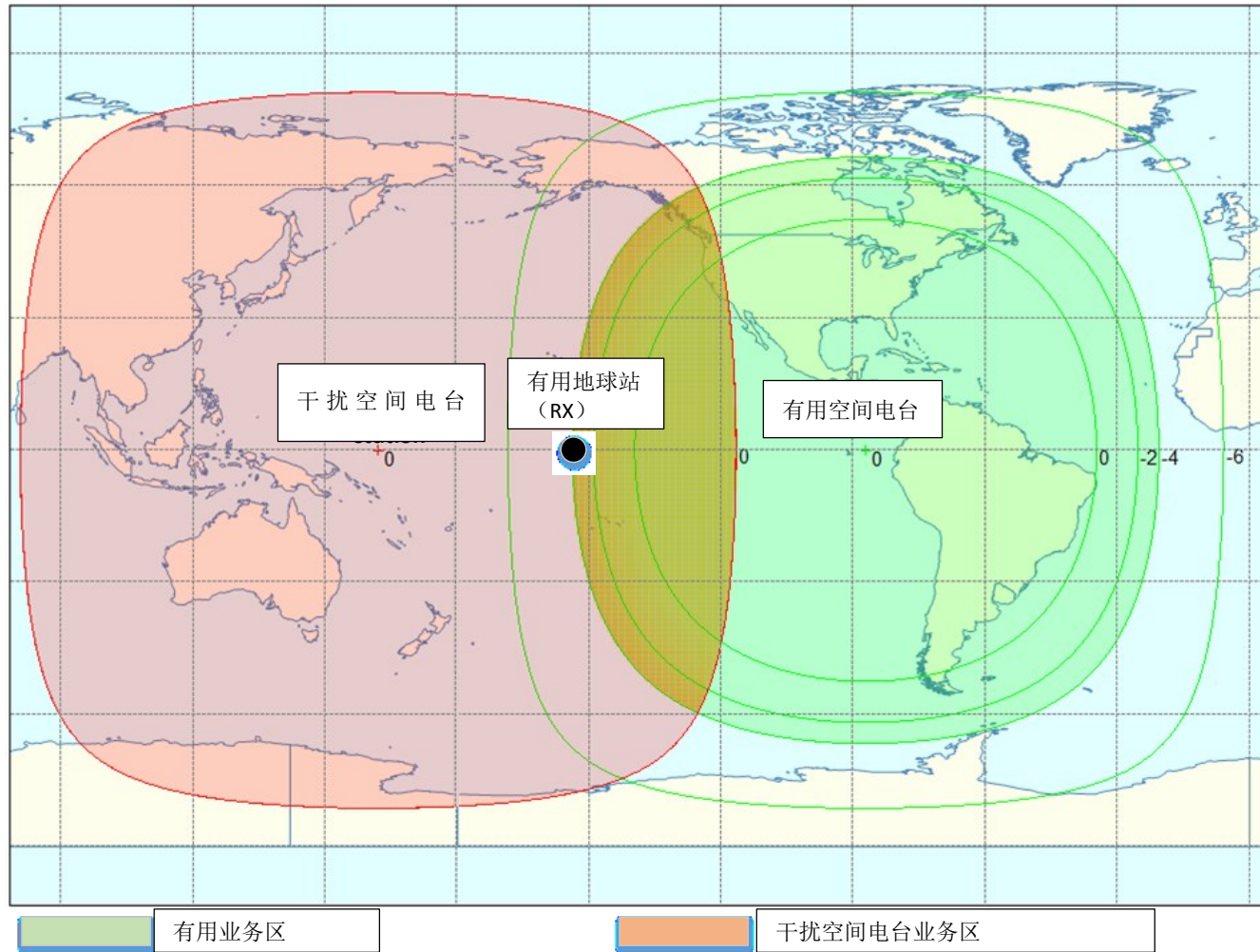
- 在有用卫星业务区  $A_W$  内生成网格点；
- 在干扰卫星业务区  $A_I$  内声称网格点；
- 找到有用卫星增益  $G_W$  指向  $A_I$  中每个网格点的增益  $G_W$
- 选择有用卫星增益最小  $G_{W_{min}}$  的  $a_W \in A_W$  测试点；
- 为  $A_W$  中的每个网格点中找到对应的干扰卫星增益  $G_I$ ；
- 选择干扰卫星增益最大  $G_{I_{max}}$  的  $a_I \in A_I$  的测试点；

下图A3-2给出了使用流程的图形示例；

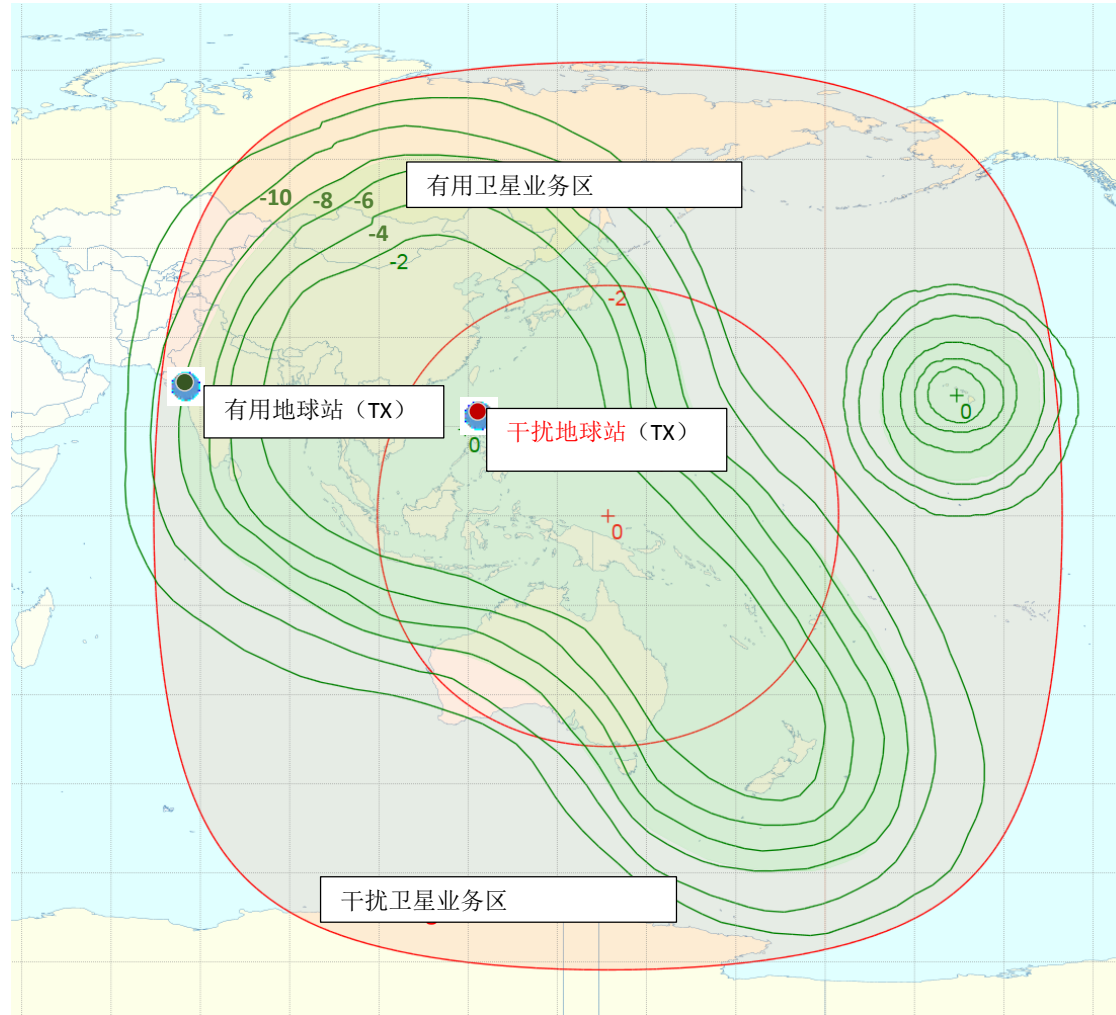
**理由：**澄清了对于上行和下行，位于相关业务区内不同的计算C/I比的测试点是如何确定的，特别突出说明了如果在特定点C/I比达到最小，须选择该测试点。

《程序规则》生效日：批准后立即生效。

图A3-1  
找到下行链路的最差测试点



图A3-2  
找到上行链路的最坏测试点



\_\_\_\_\_