

## ITU-R BO.1443-2 建议书

由RR附录30所涵盖的频带内用于涉及non-GSO卫星的干扰评估的  
参考BSS地球站天线方向图\*

(ITU-R 73/6号研究课题)

(2000-2002-2006)

**范围**

本建议书是用来提供卫星广播业务（BSS）的三维参考地球站天线方向图，它能够被用于计算由non-GSO FSS卫星在BSS地球站天线中产生的干扰。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 对于BSS中的地球站天线，RR附录30的附件5中用于GSO BSS接收天线的参考天线辐射方向图被用于开发BSS计划并且规定一种表示旁瓣包络的参考辐射方向图；
- b) 这样的参考辐射方向图对于涉及固定或可搬移BSS接收机和GSO卫星的干扰计算以确保对BSS计划的适当保护是必要的；
- c) 在有多个其位置随时间变化相当大的干扰源的情况下，接收到的干扰的电平必然决定于受害BSS地球站天线的增益方向图的波谷以及波峰；
- d) 对于BSS地球站，在评估来自non-GSO FSS系统的干扰的过程中，需要使用适当的参考辐射方向图；
- e) 为便于干扰的计算机模拟，参考方向图应该在所有平面中涵盖从 $0^\circ$  到  $\pm 180^\circ$ 的所有轴外角；
- f) 对于范围广泛的消费者BSS地球站天线，参考方向图应该与测量的结果一致；
- g) 为不同范围的天线尺寸设立不同的参考方向图是合适的；
- h) 在建立non-GSO干扰的模型时，方向图可能会展示出也许是重要的特性，例如，在小的偏馈天线的情形中，

---

\* 本建议书中包含的方向图的依据，包括分析和描绘（衡量数据集对于建议的方向图的适合程度的）数据的方法包括在ITU-R BO.2029号报告—“卫星广播业务地球站天线方向图测量及相关分析”中。该报告连同用于进行图形分析的原始数据集和总分析表一起被包含在可以从国际电联获得的CD-ROM中。

## 建议

**1** 为了计算由non-GSO FSS卫星在BSS地球站天线中产生的干扰，应该采用附件1中描述的参考地球站天线辐射方向图；

**2** 附件2中描述的方法用于把受观察的non-GSO卫星的相对方位角和仰角变换到与三维天线方向图所采用的相同的坐标系中；

**3** 下列注解被视为本建议书的一部分：

注1 — 交叉极化辐射方向图在non-GSO干扰计算中可能是很重要的。该问题有待进一步研究。

注2 — 本建议书是基于对抛物面天线的测量和分析。如果新的地球站天线被开发出来或被考虑用于BSS，则本建议书参考天线方向图应该相应地被更新。

## 附件 1

## 参考BSS天线辐射方向图

对于  $11 \leq D/\lambda \leq 25.5$

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D\varphi}{\lambda} \right)^2 \quad \text{对于} \quad 0 \leq \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{对于} \quad \varphi_m \leq \varphi < 95\lambda/D$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log(\varphi) \quad \text{对于} \quad 95\lambda/D \leq \varphi < 36.3^\circ$$

$$G(\varphi) = -10 \quad \text{对于} \quad 36.3^\circ \leq \varphi < 50^\circ$$

对于  $56.25^\circ \leq \theta < 123.75^\circ$

$$G(\varphi) = M_1 \cdot \log(\varphi) - b_1 \quad \text{对于} \quad 50^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

$$G(\varphi) = M_2 \cdot \log(\varphi) - b_2 \quad \text{对于} \quad 90^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

其中：

$$M_1 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{90}{50}\right)} \quad \text{且} \quad b_1 = M_1 \cdot \log(50) + 10$$

其中：

$$M_2 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{90}\right)} \quad \text{且} \quad b_2 = M_2 \cdot \log(180) + 17$$

对于  $0^\circ \leq \theta < 56.25^\circ$  和  $123.75^\circ \leq \theta < 180^\circ$

$$G(\varphi) = M_3 \cdot \log(\varphi) - b_3 \quad \text{对于} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_4 \cdot \log(\varphi) - b_4 \quad \text{对于} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

其中:

$$M_3 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{且} \quad b_3 = M_3 \cdot \log(50) + 10$$

其中:

$$M_4 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{且} \quad b_4 = M_4 \cdot \log(180) + 17$$

对于  $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$

$$G(\varphi) = M_5 \cdot \log(\varphi) - b_5 \quad \text{对于} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_6 \cdot \log(\varphi) - b_6 \quad \text{对于} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

其中:

$$M_5 = \frac{2}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{且} \quad b_5 = M_5 \cdot \log(50) + 10$$

其中:

$$M_6 = \frac{-9}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{且} \quad b_6 = M_6 \cdot \log(180) + 17$$

其中:

$D$ : 天线直径

$\lambda$ : 用与直径相同的单位表示的波长

$G$ : 增益

$\varphi$ : 相对于视轴的天线的轴外角 (度)

$\theta$ : 天线的平面角 (度) ( $0^\circ$ 方位角是水平面)。

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8.1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log\left(95 \frac{\lambda}{D}\right) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0.0025}} \quad \text{度}$$

对于  $25.5 < D/\lambda \leq 100$

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{对于} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{对于} \quad \varphi_m \leq \varphi < (95\lambda/D)$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{对于} \quad (95\lambda/D) \leq \varphi < 33.1^\circ$$

$G(\varphi) = -9$	dBi	对于	$33.1^\circ$	$< \varphi \leq 80^\circ$
$G(\varphi) = -4$	dBi	对于	$80^\circ$	$< \varphi \leq 120^\circ$
$G(\varphi) = -9$	dBi	对于	$120^\circ$	$< \varphi \leq 180^\circ$

其中:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8.1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log (95\lambda/D) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0.0025}}$$

对于  $D/\lambda > 100$

$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2$	dBi	对于	0	$< \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		对于	$\varphi_m$	$\leq \varphi < \varphi_r$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	dBi	对于	$\varphi_r$	$\leq \varphi < 10^\circ$
$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi$	dBi	对于	$10^\circ$	$\leq \varphi < 34.1^\circ$
$G(\varphi) = -12$	dBi	对于	$34.1^\circ$	$\leq \varphi < 80^\circ$
$G(\varphi) = -7$	dBi	对于	$80^\circ$	$\leq \varphi < 120^\circ$
$G(\varphi) = -12$	dBi	对于	$120^\circ$	$\leq \varphi < 180^\circ$

其中:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8.1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log (D/\lambda) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0.0025}}$$

$$\varphi_r = 15.85 (D/\lambda)^{-0.6} \quad \text{度}$$

## 附 件 2

### 使用三维天线模型的几何变换

$\theta$  的定义

$\theta$  定义为non-GSO卫星相对于天线模型的零度平面的平面角（相应于标准的底部安装的偏置馈源组）。就如地球站看到的， $\theta = 0$ 的线是指向右侧，并且 $\theta$ 在逆时针方向上增加。

计算方法

图1示出了一种计算平面角 $\theta$ 的几何方法。尽管在计算三角值时通常必须被变换为弧度，但所有的计算都是用度来给出的。

输入

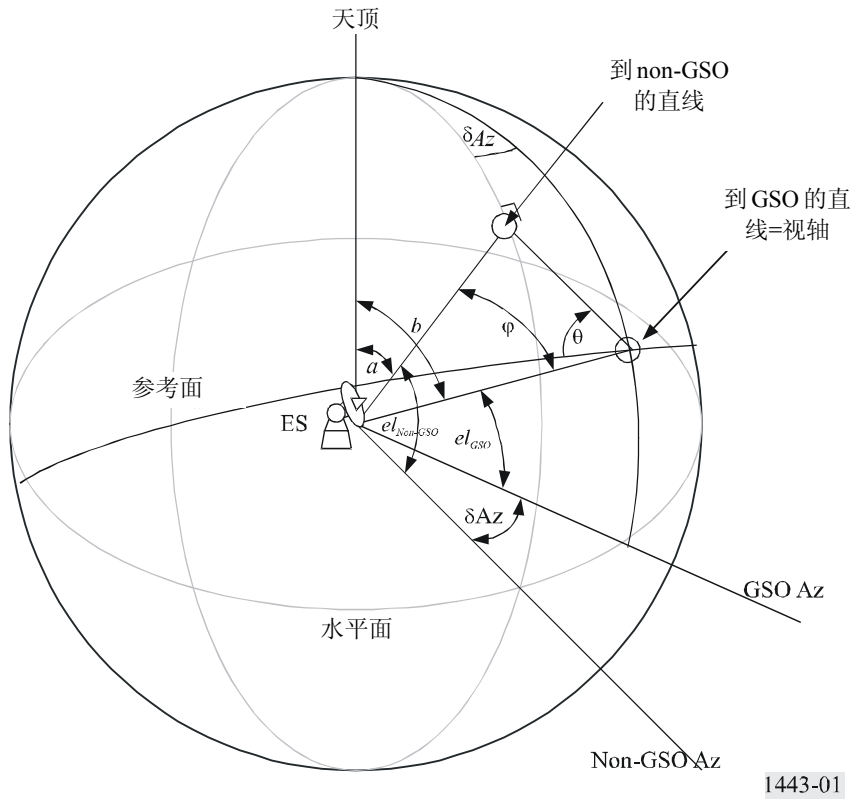
GSO卫星 (az, el)

Non-GSO卫星 (az, el)

注1 — 所要求的是方位上的差异，因此，如果能得到该差值，则实际的方位角就不再需要。

下节给出如何由每个站的矢量来计算这些参数。

图 1



由图1:

$$a = 90 - el_{non-GSO}$$

$$b = 90 - el_{GSO}$$

$$\delta Az = Az_{non-GSO} - Az_{GSO}$$

$\delta Az$  应该被置于  $\{-180$  到  $+180\}$  的范围内。

则，通过使用球面几何公式就能够计算轴外角  $\phi$ （卫星之间以地球站为中心的间隔角）：

$$\cos(c) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)\cos(C)$$

其中  $C = \delta Az$  并且  $c = \phi$ 。

能够使用相同的公式定义角  $B$ ：

$$\cos(B) = \frac{\cos(b) - \cos(c)\cos(a)}{\sin(c)\sin(a)}$$

由此，可以导出平面角 $\theta$ ：

如果  $(\delta Az > 0 \text{ 且 } B < 90)$        $\theta = 90 - B$

如果  $(\delta Az > 0 \text{ 且 } B > 90)$        $\theta = 450 - B$

如果  $(\delta Az < 0)$        $\theta = 90 + B$

在两颗卫星有相同的方位角的情况中，得到 $\delta Az = 0$ ，则

$$\varphi = |el_{GSO} - el_{non-GSO}|$$

如果  $el_{GSO} > el_{non-GSO}$        $\theta = 270$

否则       $\theta = 90$

样例数据

对于下列位置：

站	纬度 (度)	经度 (度)	高度 (km)
地球站	10	20	0
GSO 卫星	0	30	35 786.055
Non-GSO 卫星	0	-5	1 469.200

则，对于地球站，能够计算下列的方位角/仰角(相对于地球站水平和正北方向)：

站	方位角 (度)	仰角 (度)
GSO 卫星	134.5615	73.4200
Non-GSO 卫星	-110.4248	10.0300

因此，偏轴角和平面角为：

站	$\varphi$ (轴外角) (度)	(平面角) (度)
Non-GSO 卫星	87.2425	26.69746

方位角和仰角的计算

由涉及到的矢量，能够使用下列矢量计算方位角和仰角。

假定：

地球站的位置矢量：       $r_G$

GSO卫星的位置矢量：       $r_S$

non-GSO卫星的位置矢量：       $r_N$

则得到:

$$\text{从地球站到GSO的矢量} \quad \underline{r}_{GS} = \underline{r}_S - \underline{r}_G$$

$$\text{从地球站到non-GSO的矢量} \quad \underline{r}_{GN} = \underline{r}_N - \underline{r}_G$$

$$\text{地球站位置矢量的单位矢量} \quad \hat{\underline{r}}_G$$

这样, 仰角为:

$$el_S = 90 - \angle(\underline{r}_{GS}, \underline{r}_G)$$

$$el_N = 90 - \angle(\underline{r}_{GN}, \underline{r}_G)$$

为计算方位中的差异, 把从地球站到GSO/non-GSO的矢量变换为在垂直于天顶矢量的水平面中, 即

$$\underline{r}'_{GS} = \underline{r}_{GS} - (\hat{\underline{r}}_G \cdot \underline{r}_{GS}) \hat{\underline{r}}_G$$

$$\underline{r}'_{GN} = \underline{r}_{GN} - (\hat{\underline{r}}_G \cdot \underline{r}_{GN}) \hat{\underline{r}}_G$$

则:

$$\delta Az = \angle(\underline{r}'_{GS}, \underline{r}'_{GN})$$

$\delta Az$  的符号与两颗卫星的经度差的符号相同。

---