

ITU-R S.731-1 建议书

在 2 到约 30 GHz 频率范围进行频率协调和干扰估算用的

参考地球站交叉极化辐射方向图

(1992-2005)

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 为了对无线电通信卫星系统之间的和这一类系统中的地球站与共用相同频带的其他业务台站之间的协调进行研究和相互干扰进行估算，地球站天线采用交叉极化的辐射方向图可能是有益的；
- b) 为了进行地球站与地面接力站之间协调距离的确定及干扰的估算，以超过旁瓣峰值小的百分数的电平为基础的辐射方向图也许是适用的；
- c) ITU-R S.465 建议书含有频率协调和干扰估算用的参考地球站同极化的辐射方向图；
- d) 对地球站的交叉极化轴外增益性能已进行了若干测量，并且推导出一些在定量上相似的辐射方向图；
- e) 可使用单一的交叉极化轴外参考方向图，该方向图包括附件 1 中所含的那些方向图；
- f) 使用可实现最佳辐射方向图的天线，将导致射频频谱和对地静止卫星轨道的最有效利用，

认识到

- 1 需要有更多的交叉极化性能实测资料；
- 2 实测的地球站天线轴外增益性能包含源天线的交叉极化辐射；
- 3 交叉极化辐射方向图是在源天线的主波束中测定的，

建议

- 1 在缺乏有关地球站天线交叉极化辐射方向图的详细资料时，单一的参考辐射方向图可用于：
 - 1.1 卫星固定业务地球站和共用相同频带的其他业务台站之间的频率协调研究和干扰估算；
 - 1.2 卫星固定业务各网络之间的协调研究和干扰估算；

2 对于 2~30 GHz 范围内的各频率,下列交叉极化辐射方向图暂定可用于所考虑的方向和主波束轴之间的夹角:

$G_x(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi$	dB	对于 $\varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ$
$G_x(\varphi) = 20.2 - 16.7 \log \varphi$	dB	对于 $7^\circ < \varphi \leq 26.3^\circ$
$G_x(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi$	dB	对于 $26.3^\circ < \varphi \leq 48^\circ$
$G_x(\varphi) = -10$	dB	对于 $48^\circ < \varphi \leq 180^\circ$

$\varphi_r = 1^\circ$ 或 $100 \lambda/D$, 取其中较大者;

3 下列注解应视为本建议书的一部分。

注 1 — 参考交叉极化辐射方向图应假定为轴对称的。

注 2 — 参考交叉极化辐射方向图应在仅采用反向极化的情况使用。

注 3 — 经有关主管部门之间的协商,可采用其他的地球站交叉极化辐射方向图。

注 4 — 当偏馈系统可能产生相对高的溢出电平的角度范围和 D/λ 小于 50 的天线时,应当谨慎使用参考辐射方向图。

注 5 — 本交叉极化辐射方向图是 ITU-R S.465 建议书的同极化方向图的补充。

注 6 — 附件 1 含有若干交叉极化轴外辐射方向图,与不同天线的实测增益特性的峰值包络线相对应,以支持建议 2。

附 件 1

地球站天线交叉极化特性的模型的建立

本附件提供背景资料,用于研究从理论方向图以及从不同直径的天线(1.2 m、1.8 m、2.4 m、3.5 m,在 12.625 GHz 上,以及 3.7 m 在 10.7 GHz 上)测量的方向图所获得的交叉极化方向图。对每一种直径的天线,绘制了一个相对实测的方向图和一个包络线方向图。然后,推导出一些方程式,用以描述 $D/\lambda \geq 100$ 和 $D/\lambda < 100$ 的天线的交叉极化包络线。又推导出了一个单一的函数,可用于描述所有天线的轴外交叉极化方向图。

通过计算而获得的单偏置馈源天线的同极化和交叉极化的方向图以及各自的包络函数示于图 1 与图 2。轴对称结构的馈源支杆效应示于图 3。

图 1

在 3.95 GHz 上计算出的 1.8 m 单偏置天线的同极化和交叉极化方向图——方位面

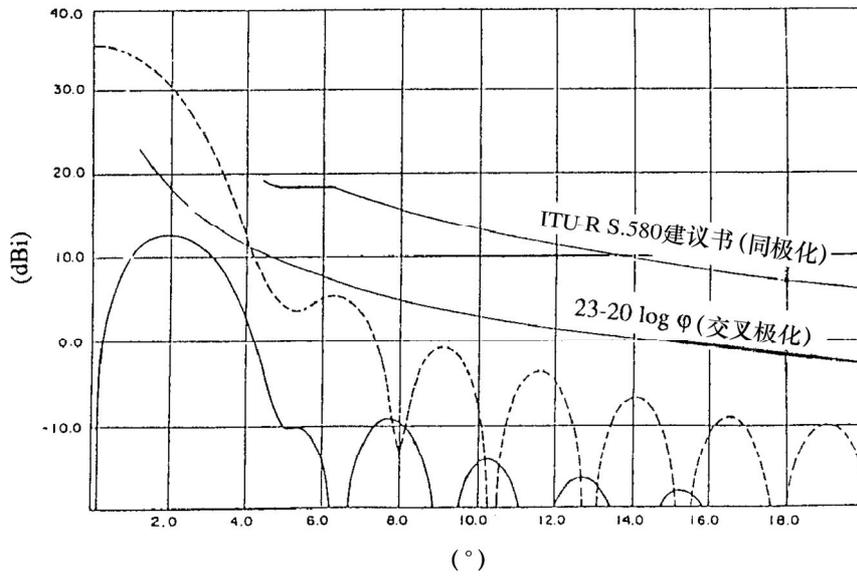


图 2

在 6.175 GHz 上计算出的 1.8 m 单偏置天线的同极化和交叉极化方向图——方位面

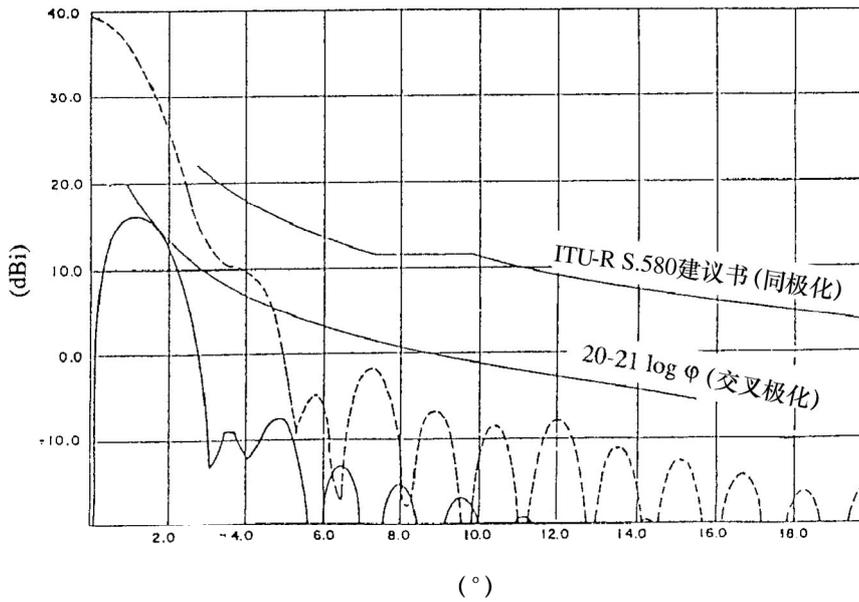
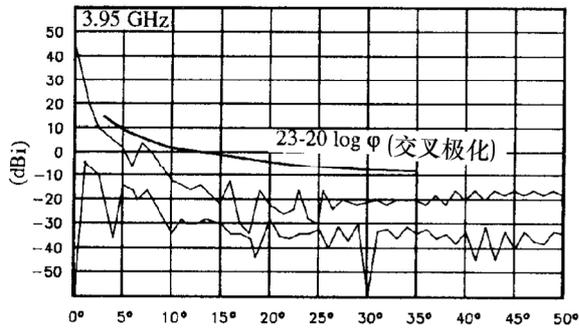
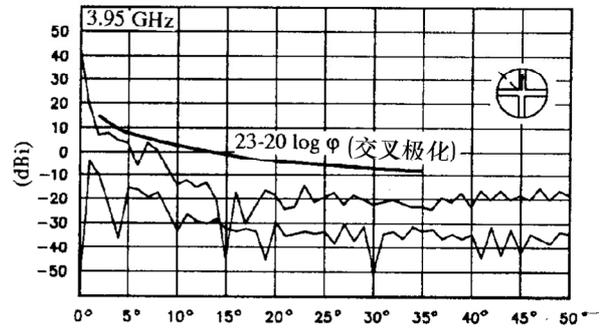


图 3

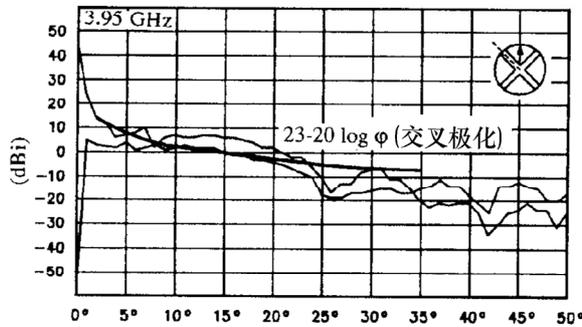
在 3.95 GHz(a~c)和 6.175 GHz(d~e)上, 对 6 m 双反射器轴对称线性极化天线的支杆效应的理论分析



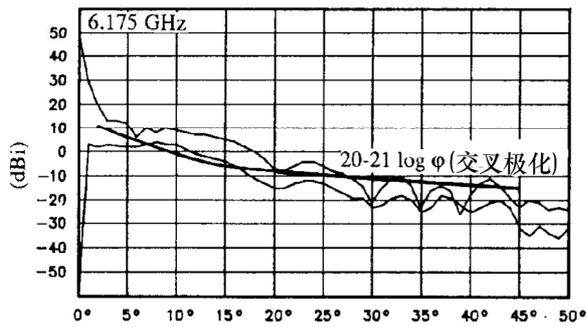
a)同极化和交叉极化45° 平面方向图, 无支杆



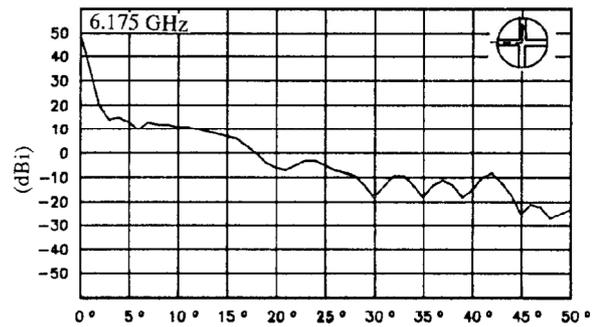
b)同a), 在垂直面和水平面中包括支杆



c)同a), 在45° 和135° 平面中包括支杆



d)在发射频带同c)



e)同极化和交叉极化水平面方向图, 在垂直面和水平面中包括支杆—发射频带。

为了估算最坏情况的极化鉴别（极化隔离因子），已取得了上述天线的同极化 $G_{//}(\varphi)$ 和交叉极化 $G_{+}(\varphi)$ 的包络线。

a) 本附件中使用的相对同极化包络线假定如下：

对于 $D/\lambda \leq 100$ 的系统：

$$\begin{aligned} G_{//}(\varphi) &= 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0 & \text{dBi} & \quad \text{对于 } (100 \lambda/D)^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ \\ &= 10 - 10 \log(D/\lambda) - G_0 & \text{dBi} & \quad \text{对于 } 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \end{aligned}$$

对于 $D/\lambda > 100$ 的系统：

$$\begin{aligned} G_{//}(\varphi) &= 32 - 25 \log \varphi - G_0 & \text{dBi} & \quad \text{对于 } 1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ \\ &= 10 - G_0 & \text{dBi} & \quad \text{对于 } 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \end{aligned}$$

b) 对于 $0^\circ < \varphi < \varphi_1$ ，交叉极化电平为 $G_{+}(\varphi) = G_{//}(\varphi'_1)$ （对于小型天线， $\varphi'_1 = 2.2\varphi_1$ ，对于大型天线， $\varphi'_1 = 1.8\varphi_1$ ）。

最后，相对交叉极化包络可能具有下列包络线：

1 小型天线 ($D < 100\lambda$)

G_0 = 最大同极化天线增益 (dBi)

$$G(\varphi) = 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0 \text{ (dBi)}$$

$$\varphi_1 = 100 \lambda/D \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\varphi'_1 = 2.2 \varphi_1 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\varphi_2 = 25.1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} = 10^{\frac{52 - 10 \log(D/\lambda)}{25}} \text{ (}^\circ\text{)}$$

对于 $0 < \varphi \leq \varphi_1$ ：

$$G_{+}(\varphi) = G(\varphi'_1) \quad (1)$$

对于 $\varphi_1 < \varphi \leq \varphi_2$ ：

$$G_{+}(\varphi) = G(\varphi) - (G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)) \frac{\varphi_{ISO} - \varphi}{\varphi_{ISO} - \varphi_1} \quad (2)$$

对于 $\varphi > \varphi_{ISO}$ ：

$$G_{+}(\varphi) = 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0 \quad (3)$$

对于 $\varphi_2 < \varphi \leq 180^\circ$ ：

$$G_{+}(\varphi) = 10 - 10 \log(D/\lambda) - G_0 \quad (4)$$

图 4 和图 6 中所示的方位图是天线直径为 1.2 m 和 1.8 m 的地球站在中心频率为 12.625 GHz 上求得的。图 5、7 和 8 示出了这些类型天线的实测方位图。给出了在各种情况下实测的同极化与交叉极化方向图的一个例子，但所示的包络线是若干副同类天线测量的平均值。

图 4

1.2 m 天线, $f = 12.625$ GHz, 相对同极化和交叉极化的计算方向图

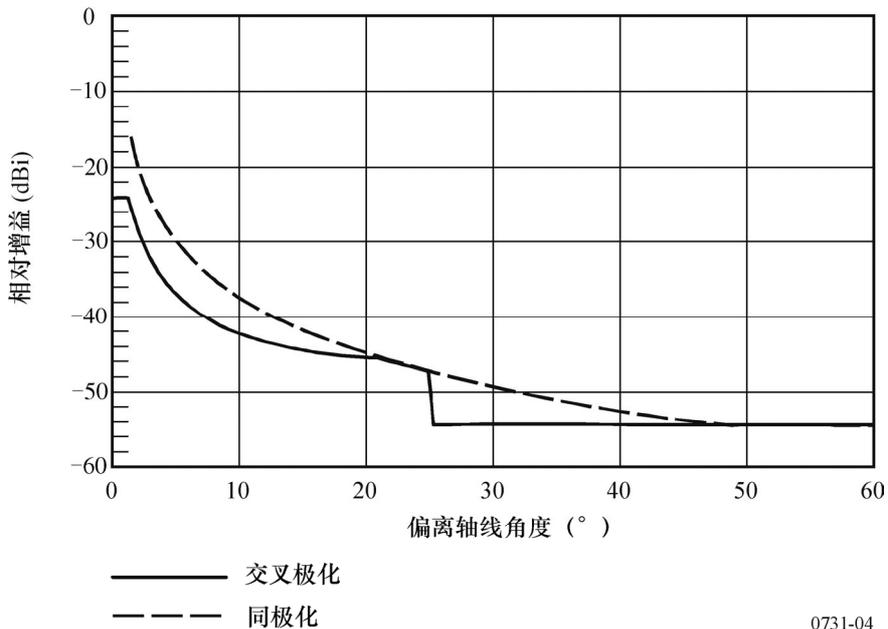


图 5

1.2 m 天线, $f = 12.625$ GHz, 相对同极化和交叉极化的实测方向图

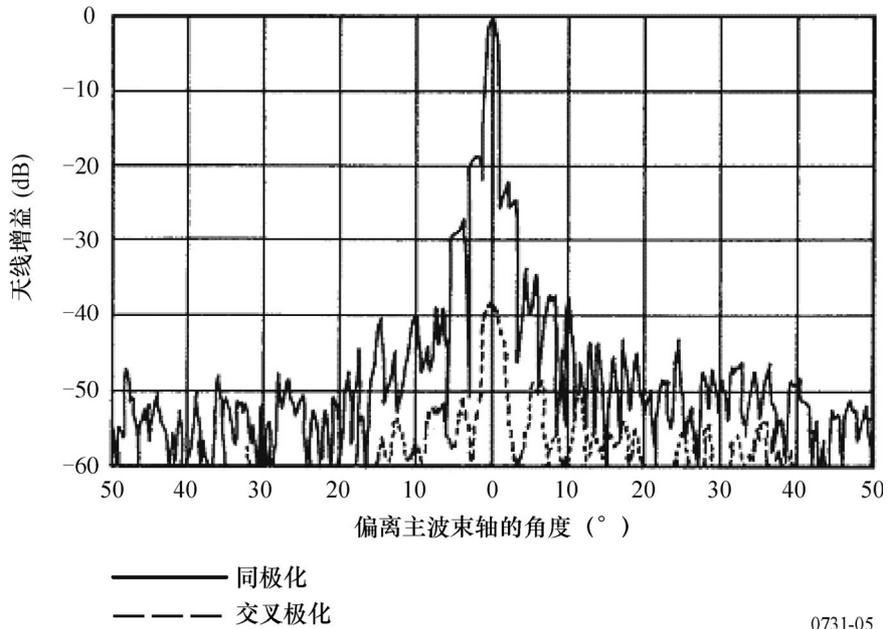


图 6

1.8 m 天线, $f = 12.625 \text{ GHz}$, 相对同极化和交叉极化的计算方向图

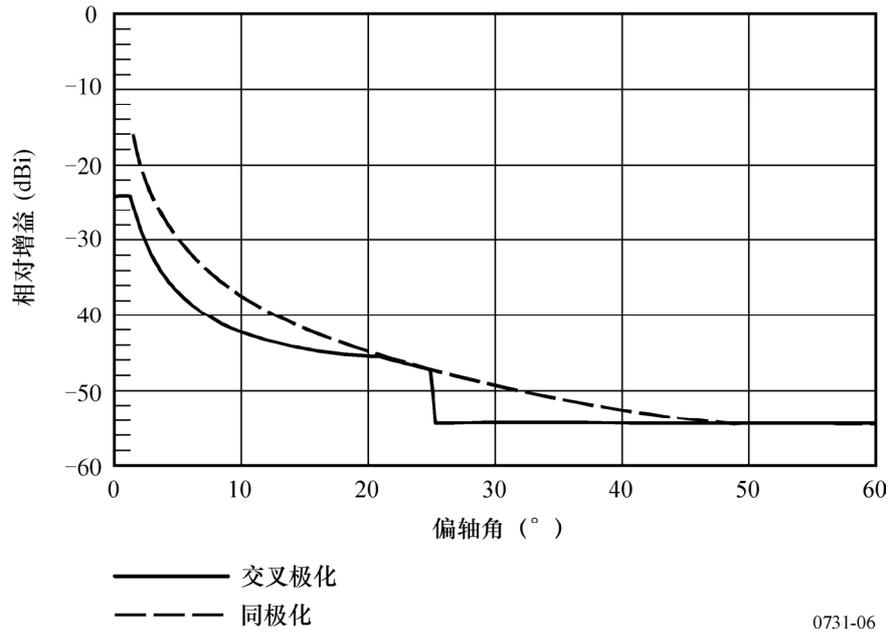


图 7

1.8 m 天线, $f = 12.625 \text{ GHz}$, 相对同极化的实测方向图

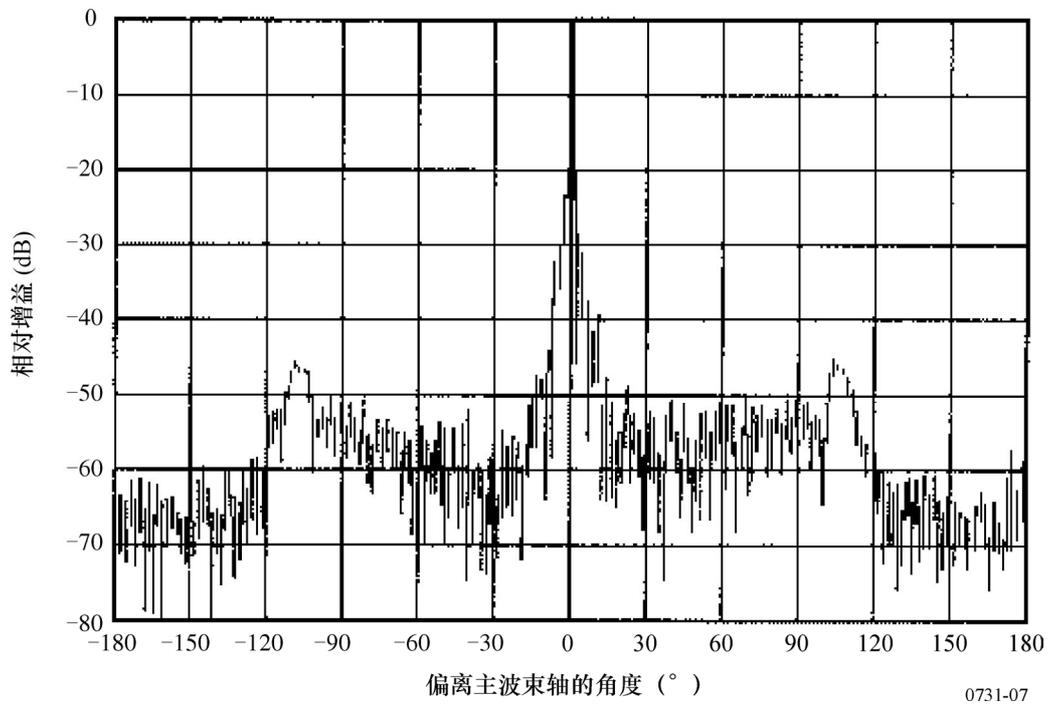
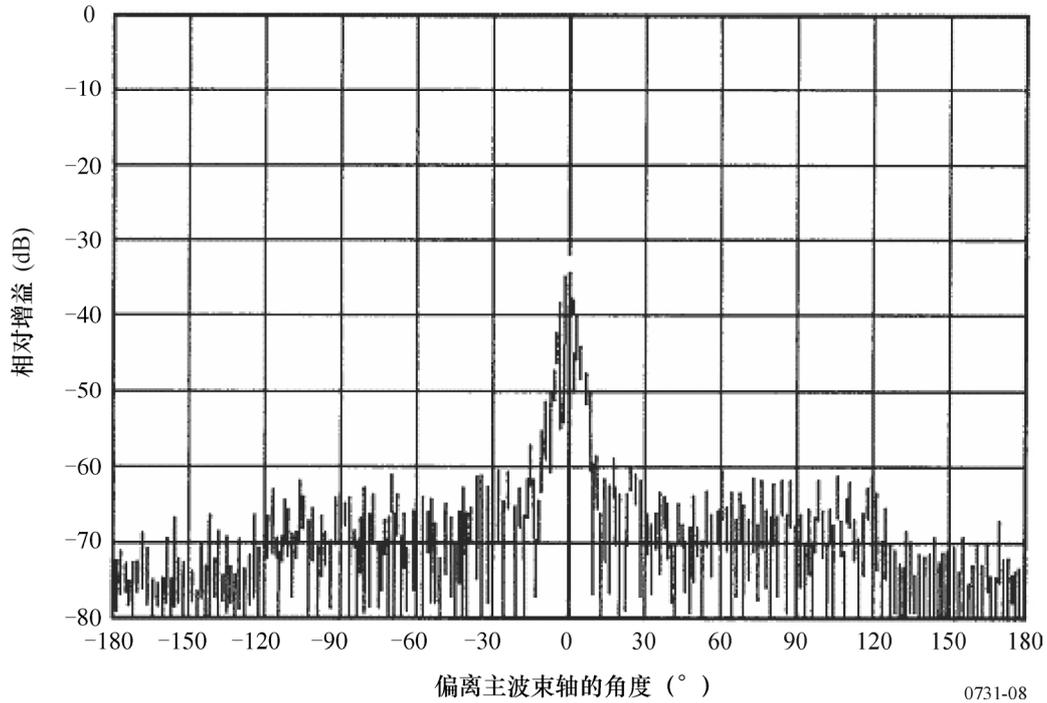


图 8

1.8 m 天线, $f = 12.625 \text{ GHz}$, 相对交叉极化的实测方向图

0731-08

2 大型天线 ($D \geq 100\lambda$)

$G_0 =$ 最大同极化天线增益(dBi)

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi - G_0 \text{ (dBi)}$$

$$\varphi_1 = 1^\circ$$

$$\varphi'_1 = 1.8 \varphi_1 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\varphi_2 = 20^\circ$$

$$\varphi_3 = 33.1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} = 10^{\frac{29}{25}} \cong 14.45^\circ$$

对于 $0 < \varphi \leq \varphi_1$:

$$G_+(\varphi) = G(\varphi'_1) \quad (5)$$

对于 $\varphi_1 < \varphi \leq \varphi_2$:

$$G_+(\varphi) = G(\varphi) - (G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)) \frac{\varphi_{ISO} - \varphi}{\varphi_{ISO} - \varphi_1} \quad (6)$$

对于 $\varphi_2 < \varphi \leq \varphi_3$:

$$G_+(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi - G_0 \quad (7)$$

对于 $\varphi_3 < \varphi \leq 180^\circ$:

$$G_+(\varphi) = -10 - G_0 \quad (8)$$

下图中所示的方向图是在以下天线直径和频率的地球站上求得的：在 12.625 GHz 上天线直径为 2.4 m 和 3.5 m 以及在 10.7 GHz 上天线直径为 3.7 m。这些类型天线的实测方向图示于图 10、11、13、14、16 和 17。在每一种情况下都给出同极化和交叉极化测量的一个实例，但给出的包络线是若干同类型天线的平均值。

对于 $D < 100\lambda$ 和 $D \geq 100\lambda$ ，上面给出的函数可以用绝对增益表示。对于 $D < 100\lambda$ ，所给出的函数可通过令 $52 - 10 \log \phi$ 等于 32 而归一化为 $32 - 25 \log \phi$ 的同极化函数。对于 D/λ 的不同值，这些函数按绝对增益的估算如下：

$$G_x(\phi) = 22.70 - 0.29\phi - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad \text{对于 } D/\lambda = 25 \quad (9)$$

$$= 22.69 + 0.37\phi - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad \text{对于 } D/\lambda = 50 \quad (10)$$

$$= 22.87 + 0.42\phi - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad \text{对于 } D/\lambda = 75 \quad (11)$$

$$= 22.15 + 0.47\phi - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad \text{对于 } D/\lambda = 100 \quad (12)$$

这些增益函数等于一个同极化包络增益 ($32 - 25 \log \phi$) 时的角度分别为 31.7° ， 25.2° ， 21.4° 和 20.8° 。已推导出的附加函数是：

$$G_x(\phi) = 20 - 21 \log \phi \quad \text{dBi} \quad (13)$$

$$G_x(\phi) = 23.6 - 20 \log \phi \quad \text{dBi} \quad (14)$$

$$G_x(\phi) = 22 - 25 \log \phi \quad \text{dBi} \quad (15)$$

公式 (15) 是以 7° 以外交叉极化增益必须比同极化增益小 10 dB 的要求为基础的。

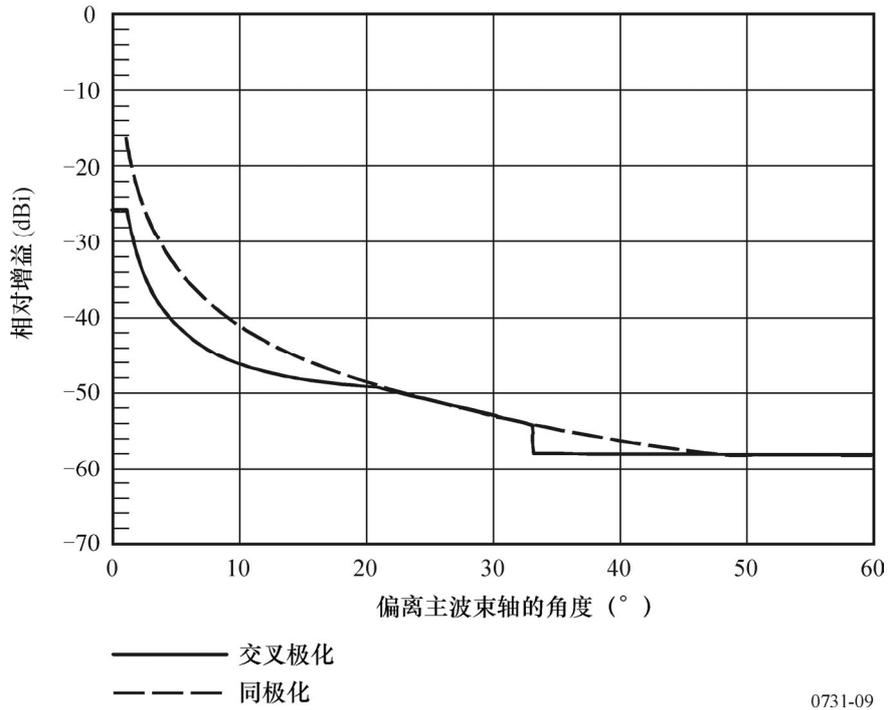
这些函数标绘在图 18 中。根据该图，足以包括上述所有函数的一个简单函数是：

$$\begin{aligned} G_\lambda(\phi) &= 23 - 20 \log \phi && \text{dBi} && \text{对于 } \phi_r \leq \phi \leq 7^\circ \\ &= 20.2 - 16.7 \log \phi && \text{dBi} && \text{对于 } 7^\circ < \phi \leq 26.3^\circ \\ &= 32 - 25 \log \phi && \text{dBi} && \text{对于 } 26.3^\circ < \phi \leq 48^\circ \\ &= -10 && \text{dBi} && \text{对于 } 48^\circ < \phi \leq 180^\circ \end{aligned}$$

ϕ_r 等于 1° 或 $100\lambda/D$ ，取其中较大者。

图 9

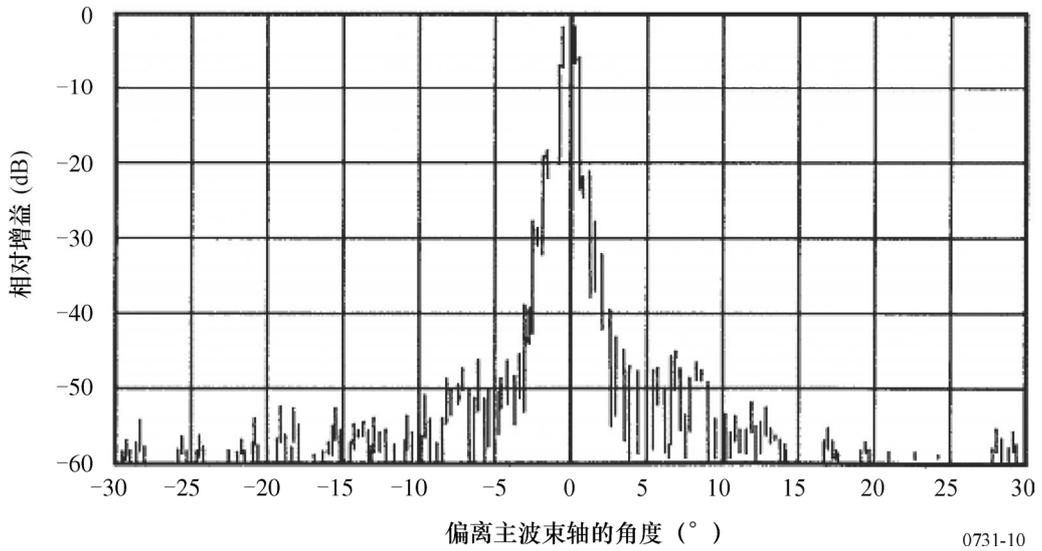
2.4 m 天线, $\square=12.625$ GHz 同极化和交叉极化的计算方向图



0731-09

图 10

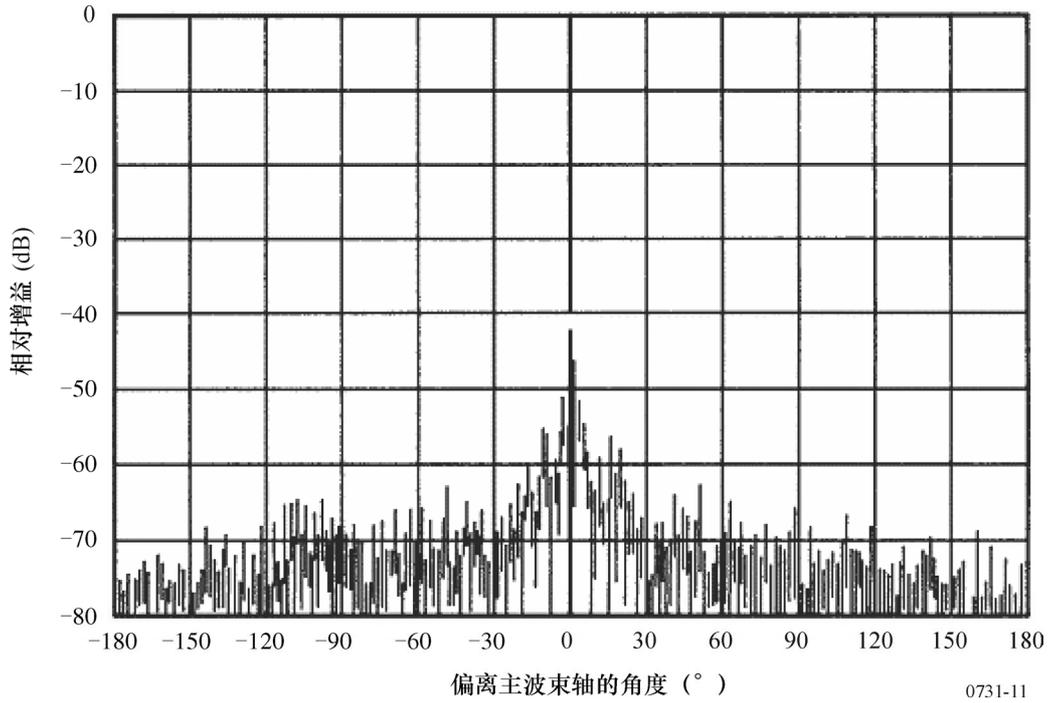
2.4 m 天线, $\square=12.625$ GHz, 相对同极化实测方向图



0731-10

图 11

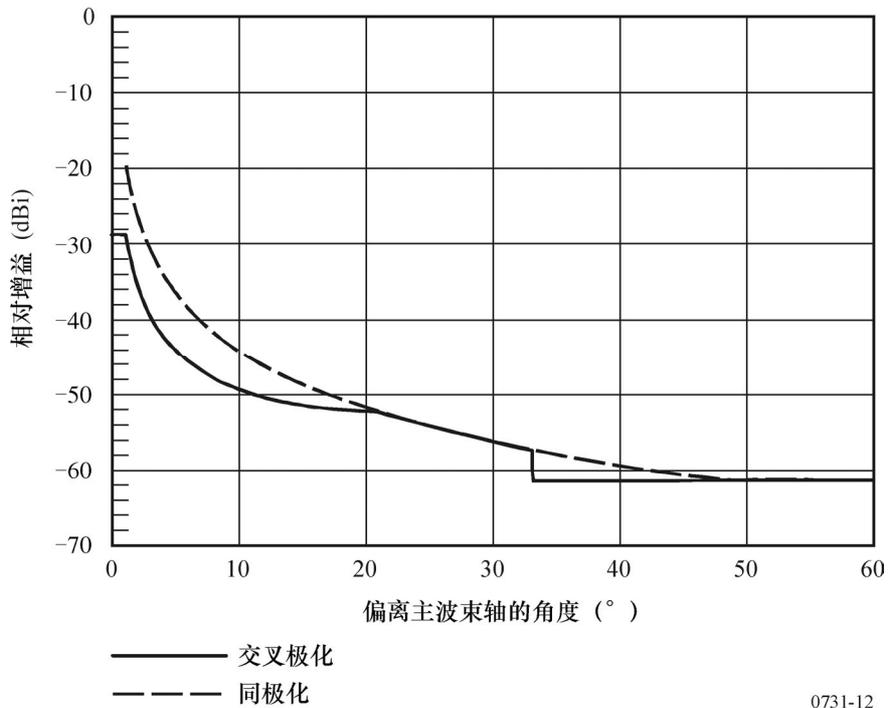
2.4 m 天线, $f = 12.625$ GHz, 相对交叉极化实测方向图



0731-11

图 12

3.5 m 天线, $f = 12.625$ GHz, 同极化和交叉极化的计算方向图



0731-12

图 13

3.5 m 天线, $\square=12.625$ GHz, 相对同极化实测方向图

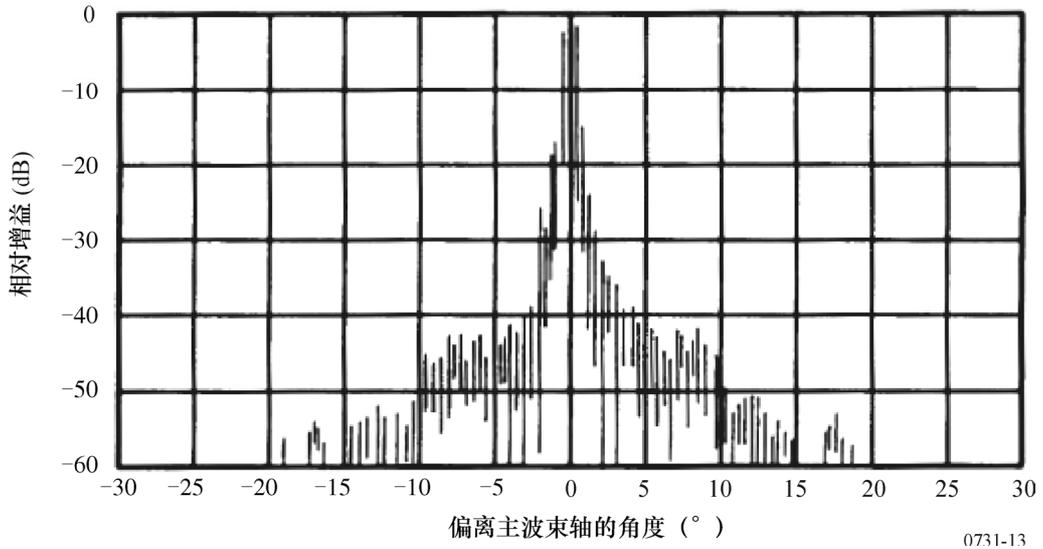


图 14

3.5 m 天线, $\square=12.625$ GHz, 相对交叉极化实测方向图

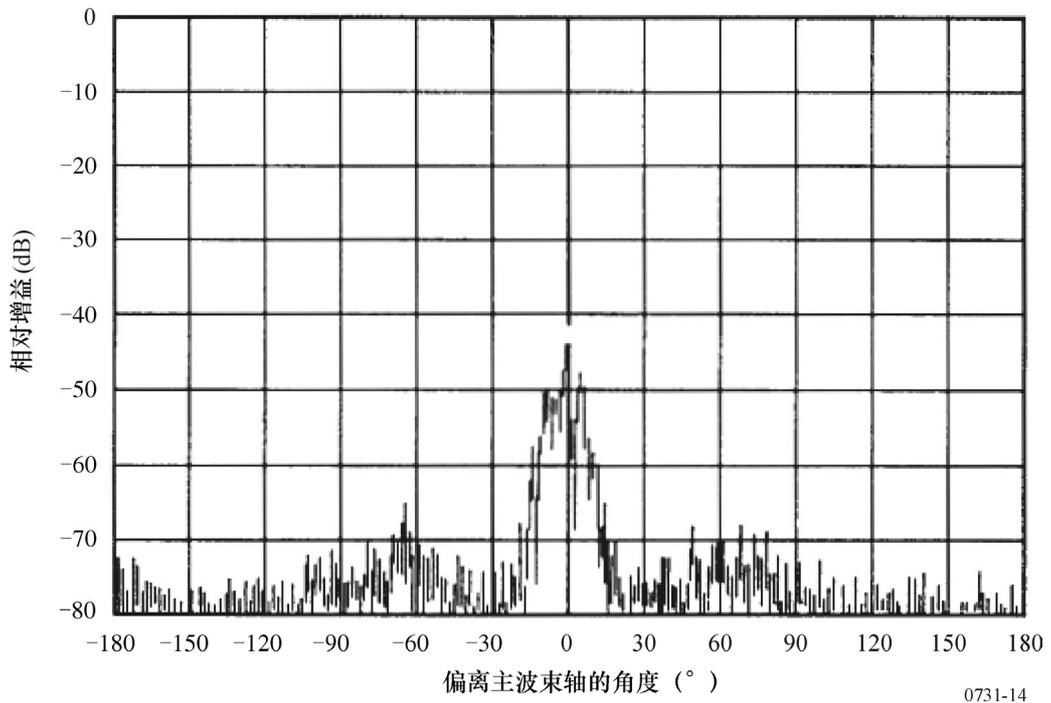


图 15

3.7 m 天线, $f = 10.7 \text{ GHz}$, 相对同极化和交叉极化的计算方向图

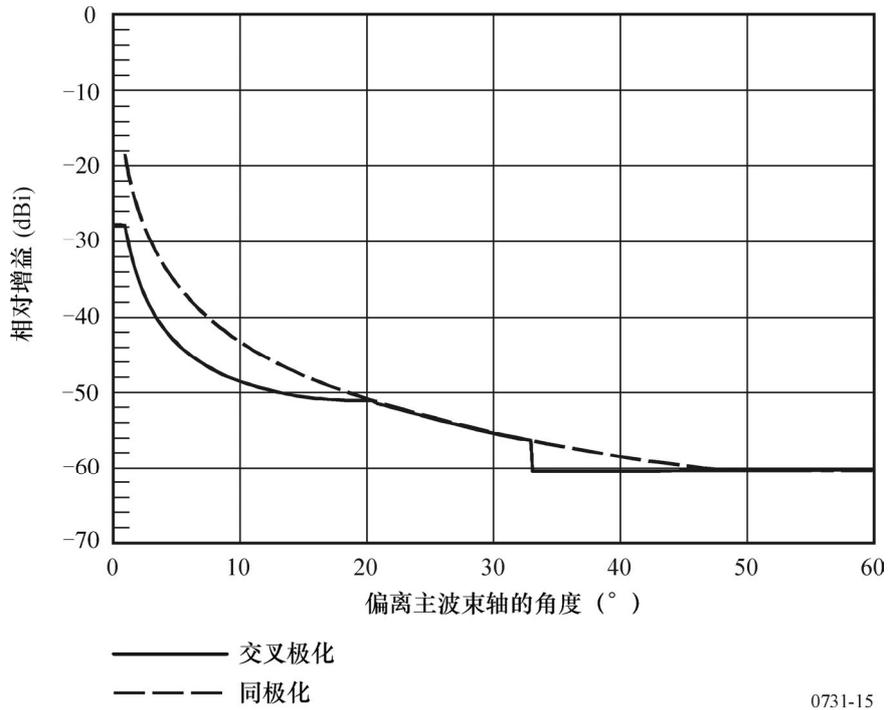


图 16

3.7 m 天线, $f = 10.7 \text{ GHz}$, 相对同极化实测方向图

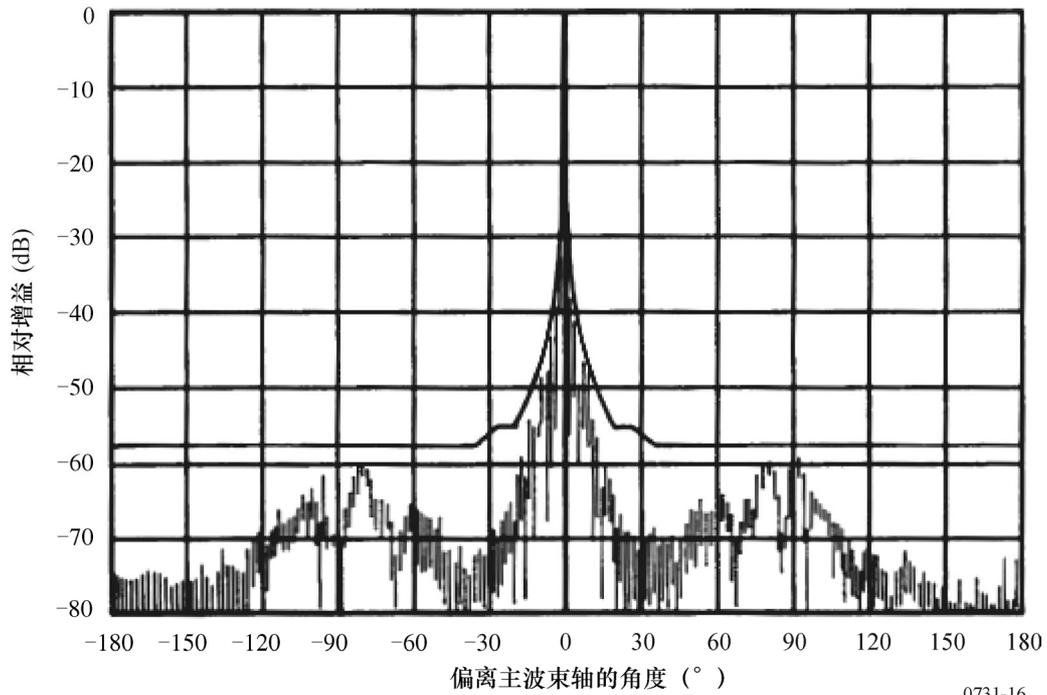
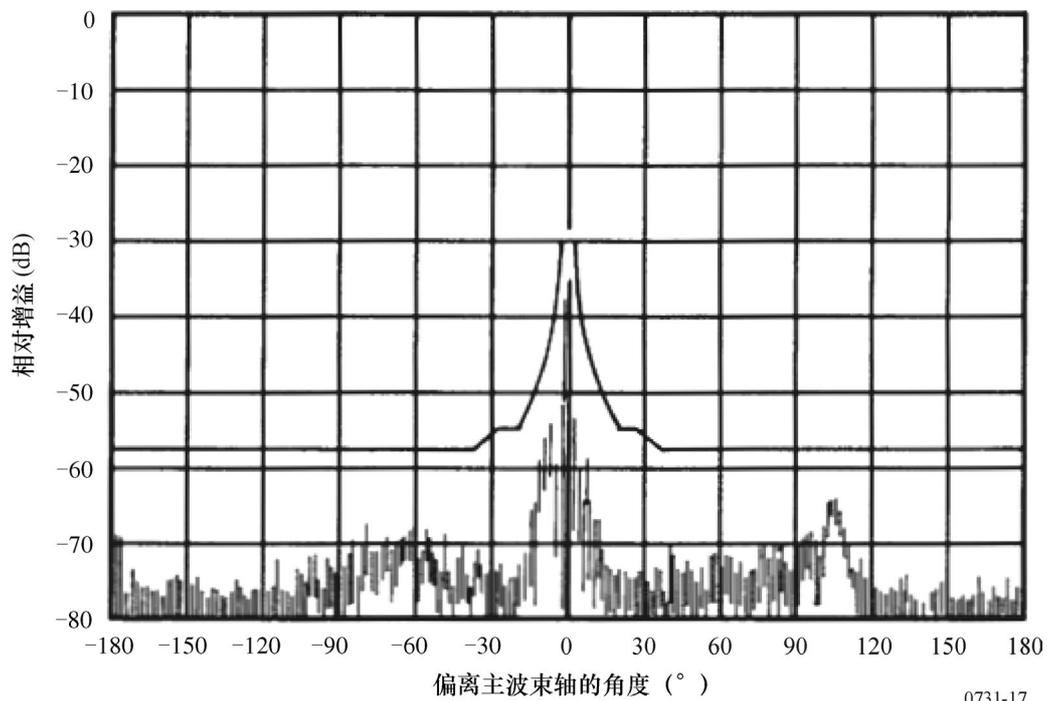
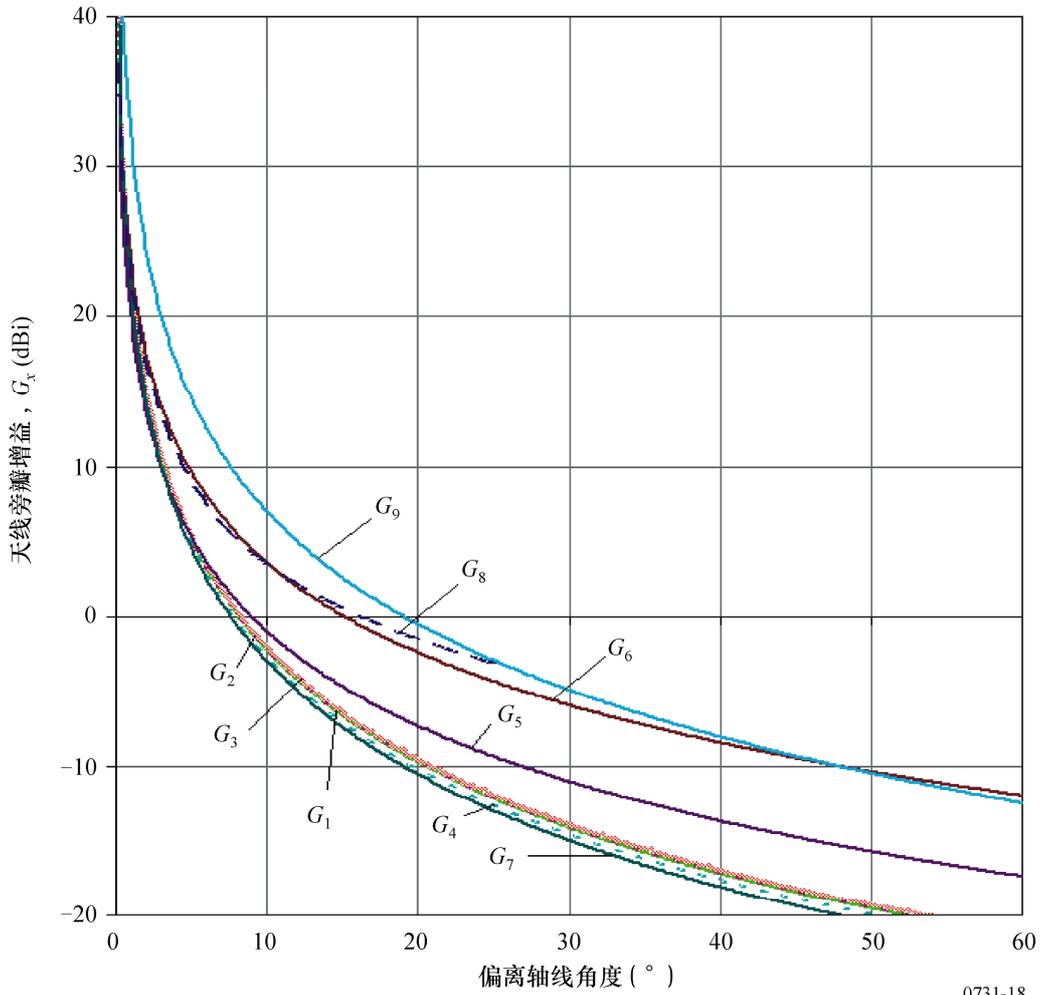


图 17

3.7 m 天线, $\square=10.7$ GHz, 相对交叉极化的实测方向图

0731-17

图 18
绝对交叉极化旁瓣天线增益方向图



0731-18

$$\begin{aligned}
 G_1(\varphi) &= 22.70 + 0.29\varphi - 25 \log \varphi && \text{对于 } D/\lambda = 25 \\
 G_2(\varphi) &= 22.69 + 0.37\varphi - 25 \log \varphi && \text{对于 } D/\lambda = 50 \\
 G_3(\varphi) &= 22.87 + 0.42\varphi - 25 \log \varphi && \text{对于 } D/\lambda = 75 \\
 G_4(\varphi) &= 22.15 + 0.47\varphi - 25 \log \varphi && \text{对于 } D/\lambda = 100 \\
 G_5(\varphi) &= 20.0 - 21 \log \varphi \\
 G_6(\varphi) &= 23.6 - 20 \log \varphi \\
 G_7(\varphi) &= 22.0 - 25 \log \varphi \\
 G_8(\varphi) &= 23.0 - 20 \log \varphi && \text{对于 } \varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ \\
 &= 20.2 - 16.7 \log \varphi && \text{对于 } 7^\circ < \varphi \leq 26.3^\circ \\
 &= 32.0 - 25 \log \varphi && \text{对于 } 26.3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \\
 G_9(\varphi) &= 32 - 25 \log \varphi
 \end{aligned}$$