

专题八 面天线



第8章 面天线



专题八：面天线

面天线（口径天线、孔径天线）：

电流分布在天线体的金属表面，且口径尺寸远大于工作波长的天线。

- 由金属面或介质面构成的天线；
- 用于无线电频谱的高频段，尤其是微波波段；

应用领域： 雷达 导航 卫星通信 射电天文和气象

种 类： 喇叭天线
抛物面天线
卡塞格伦天线



专题八：面天线

面天线的最大优点：**方向性强**。

在面天线中，为了得到高的增益，口径面的长和宽至少要达到**几个波长**，故这种天线在微波波段得到了最广泛的应用。



专题八：面天线

内 容：

8.1 等效原理与惠更斯元的辐射

8.2 平面口径的辐射

8.3 喇叭天线

8.4 旋转抛物面天线

8.5 卡塞格伦天线



8.1等效原理与惠更斯元的辐射

一、面天线的基本分析方法

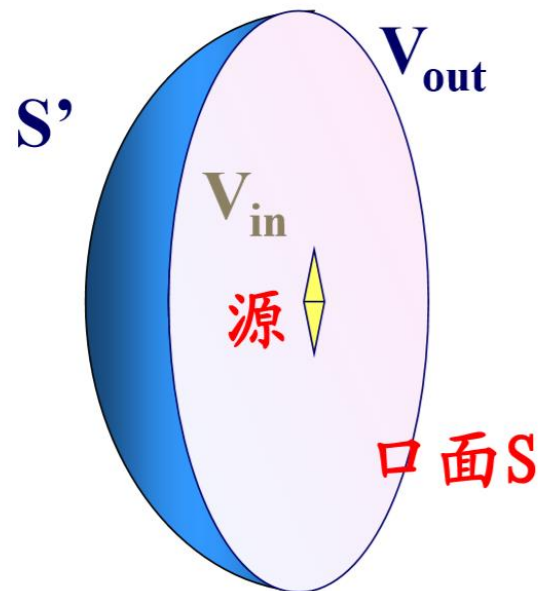
面天线的基本问题:

已知一次波源及金属体结构，求解空间任一点的电磁场，然后根据辐射场研究其电特性。

方法：口径场法或口面场法

内问题：由一次波源求口面场

外问题：由口面场求辐射场



专题八：面天线

口径场法（基于惠更斯-菲涅耳原理）：

根据惠更斯—菲涅耳原理，把口径面分割为许多面元 dS （称为惠更斯元 Huygen's element），由面元上的场分布即可求出其相应的辐射场，然后再在整个口径面上积分便可求出整个口径的辐射场。

- 空间任意一点的场是包围天线的**封闭曲面**上各点的电磁扰动产生的**次级辐射**在该点叠加的结果；



专题八：面天线

面天线辐射问题——由初级辐射元求出口径面上的场分布，进而求出辐射场。

惠更斯原理

惠更斯元

等效原理

等效电流元
等效磁流元

专题八：面天线

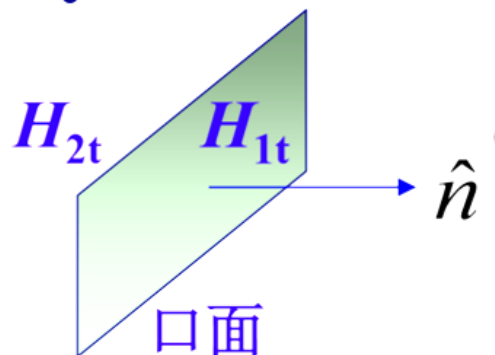
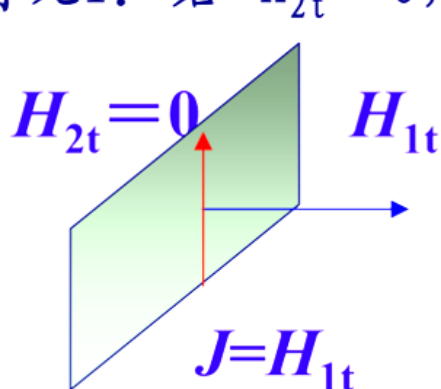
二、等效原理

边界条件:

$$\hat{n} \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{J}$$

或 $H_{1t} - H_{2t} = J$, 法向由媒质2指向媒质1

情况1: 若 $H_{2t} = 0$, 则 $H_{1t} = J$



情况2: 在空气开口面两侧均为非导电媒质
 $J = 0$, $H_{1t} = H_{2t}$

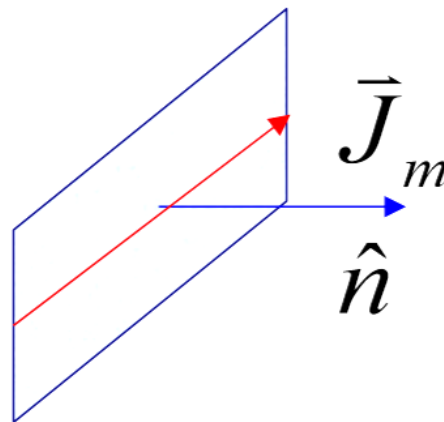
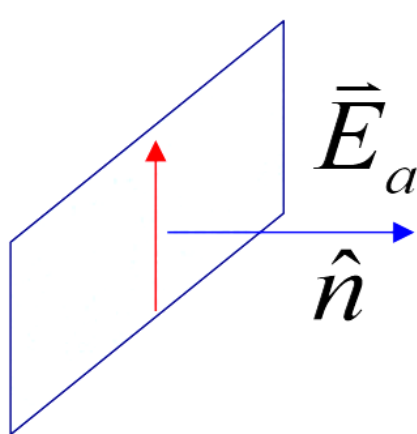
专题八：面天线

同理，电场边界条件

$$\hat{n} \times (\vec{E}_1 - \vec{E}_2) = -\vec{J}_m \quad \text{磁流密度}$$

口面上的电场等效为等效磁流密度

$$\vec{J}_m = -\hat{n} \times \vec{E}_a$$



三、惠更斯元的辐射

定义：尺寸远小于波长，且其上仅有均匀分布着的切向电场和切向磁场的面元称为惠更斯元或二次辐射元。它是面天线的基本辐射元。

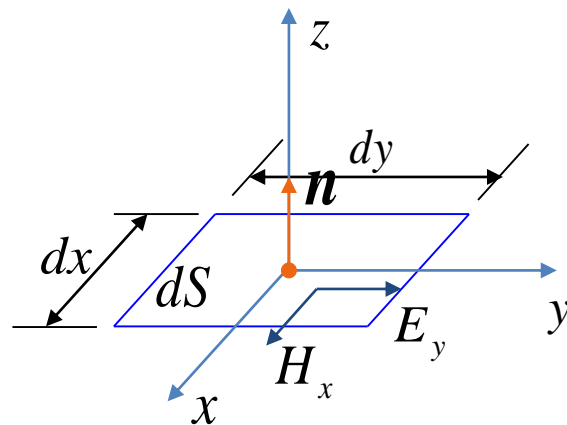
惠更斯元是分析面天线的基本辐射单元。

（如同电基本振子和磁基本振子是分析线天线的基本辐射单元一样。）

专题八：面天线

若面元上的切向电场为 E_y ，切向磁场为 H_x ，根据等效原理：

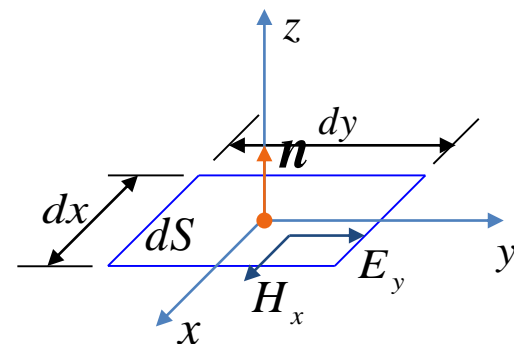
- 面元上的磁场等效为沿 y 轴方向放置，电流大小为 $H_x dx$ 的电基本振子；
- 面元上的电场则等效为沿 x 轴方向放置，磁流大小为 $E_y dy$ 的磁基本振子。
- 惠更斯元可视为两正交的长度为 dy 、大小为 $H_x dx$ 的电基本振子与长度为 dx 、大小为 $E_y dy$ 的磁基本振子的组合；



专题八：面天线

沿y轴放置的电基本振子辐射场为：

$$\begin{cases} \mathbf{E} = -j \frac{\eta I_y l}{2\lambda r} e^{-jkr} [\mathbf{a}_\theta \cos \theta \sin \varphi + \mathbf{a}_\varphi \cos \varphi] \\ \mathbf{H} = -j \frac{I_y l}{2\lambda r} e^{-jkr} [\mathbf{a}_\varphi \cos \theta \sin \varphi - \mathbf{a}_\theta \cos \varphi] \end{cases}$$



沿x轴放置磁基本振子的辐射场为：

$$\begin{cases} \mathbf{E} = j \frac{I_x^M l}{2\lambda r} e^{-jkr} [\mathbf{a}_\theta \sin \varphi + \mathbf{a}_\varphi \cos \theta \cos \varphi] \\ \mathbf{H} = -j \frac{I_x^M l}{2\eta \lambda r} e^{-jkr} [\mathbf{a}_\theta \cos \theta \cos \varphi - \mathbf{a}_\varphi \sin \varphi] \end{cases}$$

专题八：面天线

惠更斯元的辐射场为：

$$d\mathbf{E} = j \frac{\eta H_x dS}{2\lambda r} e^{-jkr} \left[\mathbf{a}_\theta \sin \varphi \left(\frac{E_y}{\eta H_x} + \cos \theta \right) + \mathbf{a}_\varphi \cos \varphi \left(1 + \frac{E_y}{\eta H_x} \cos \theta \right) \right]$$

对于平面波，有： $E_y/H_x = \eta$ ，

$$d\mathbf{E} = j \frac{E_y dS}{2\lambda r} e^{-jkr} \left[\mathbf{a}_\theta \sin \varphi (1 + \cos \theta) + \mathbf{a}_\varphi \cos \varphi (1 + \cos \theta) \right]$$

在上式中令 $\varphi=90^\circ$ 得面元在E平面的辐射场

$$dE_E = j \frac{E_y dS}{2\lambda r} e^{-jkr} (1 + \cos \theta)$$

同样令 $\varphi=0^\circ$ 得面元在H平面的辐射场：

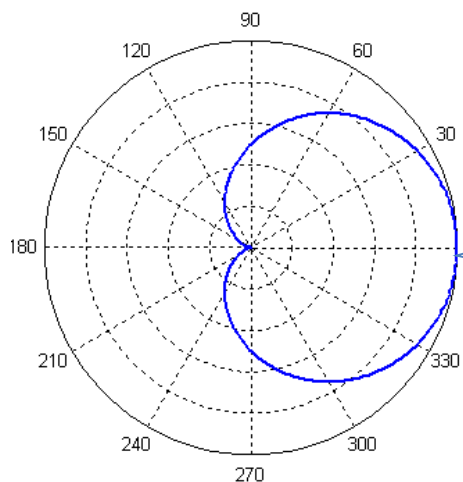
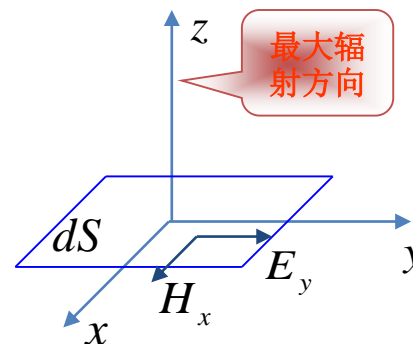
$$dE_H = j \frac{E_y dS}{2\lambda r} e^{-jkr} (1 + \cos \theta)$$



专题八：面天线

- 惠更斯元的E面和H面方向函数为：

$$|F(\theta)| = \left| \frac{1}{2} (1 + \cos \theta) \right|$$



惠更斯元具有**单向辐射特性**，且其最大辐射方向为 $\theta=0^\circ$ 方向上，即最大辐射方向面元相垂直。

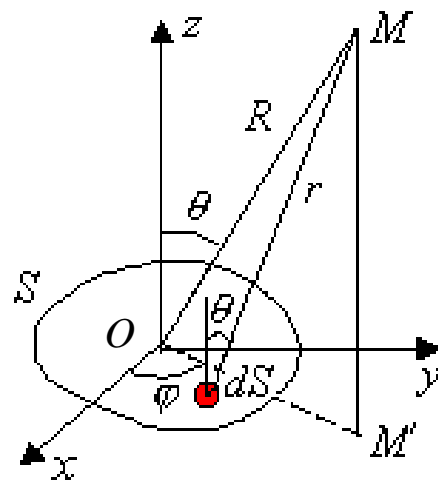
8.2 平面口径的辐射

微波波段的无线电设备，如抛物面天线及喇叭照射器，它们的口面都是平面，所以讨论平面口径的辐射有普遍的实用意义。

设平面口面位于xoy平面上，如图所示。

将面元 dS 在两个主平面上的辐射场沿整个口面积分，得口面辐射场的一般表达式：

$$E_M = j \frac{1}{2\lambda R} (1 + \cos \theta) \iint_S E_y e^{-jkr} dS \quad (1)$$



专题八：面天线

场点的坐标也可用球坐标表示为：

$$\begin{cases} x = R \sin \theta \cos \varphi \\ y = R \sin \theta \sin \varphi \\ z = R \cos \theta \end{cases} \quad (3)$$

将式(3)代入式(2)，并考虑到远区条件，有

$$r \approx R - (x_S \sin \theta \cos \varphi + y_S \sin \theta \sin \varphi) \quad (4)$$

因此，任意口径面在远处辐射场的一般表达式为：

$$E_M = j \frac{e^{-jkR}}{R\lambda} \frac{1 + \cos \theta}{2} \iint_S E_y e^{jk(x_S \sin \theta \cos \varphi + y_S \sin \theta \sin \varphi)} dS \quad (5)$$



专题八：面天线

1. 矩形口径辐射场的特性

设矩形口径的尺寸为 $D_1 \times D_2$ ，下面讨论两种不同口径分布情形下的辐射特性。

(1) 口径场沿 y 轴线极化且均匀分布

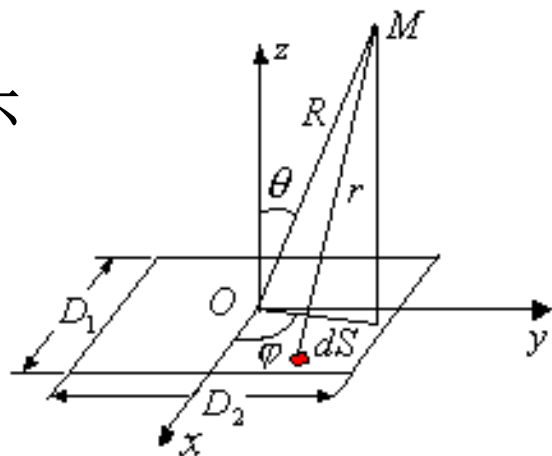
此时有：

$$E_y = E_0 \quad (6)$$

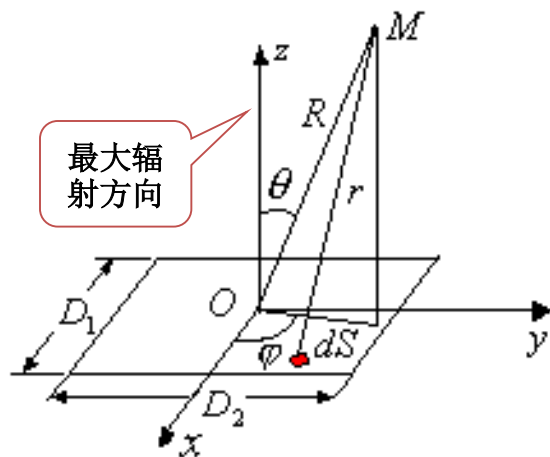
E 平面和 H 平面方向函数分别为

$$|F_E(\theta)| = \left| \frac{\sin \psi_2}{\psi_2} \right| = \left| \frac{\sin\left(\frac{kD_2 \sin \theta}{2}\right)}{(kD_2 \sin \theta)/2} \right| \left| \frac{1 + \cos \theta}{2} \right| \quad (7)$$

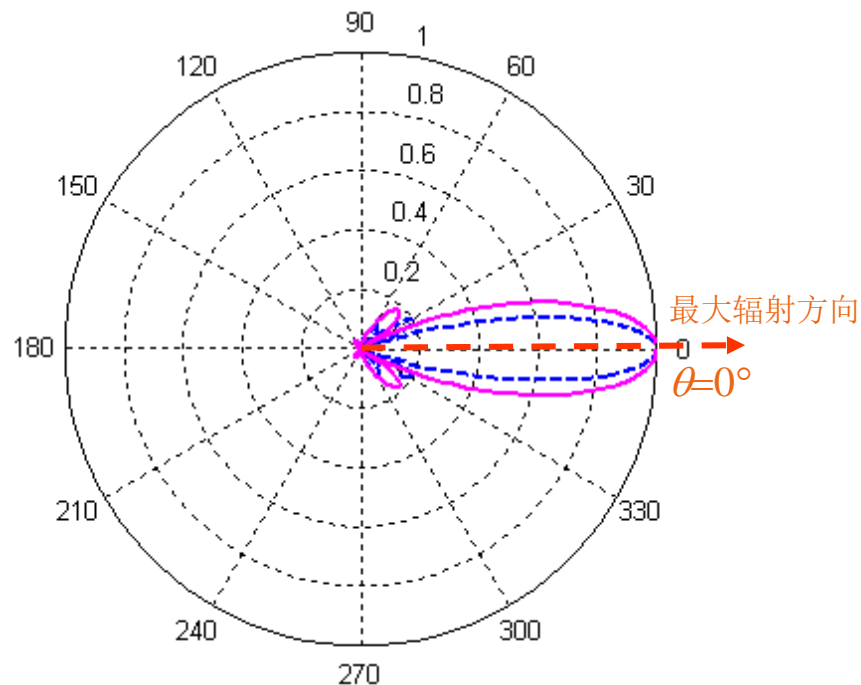
$$|F_H(\theta)| = \left| \frac{\sin \psi_1}{\psi_1} \right| = \left| \frac{\sin\left(\frac{kD_1 \sin \theta}{2}\right)}{(kD_1 \sin \theta)/2} \right| \left| \frac{1 + \cos \theta}{2} \right| \quad (8)$$



专题八：面天线



$D_1/\lambda=3, D_2/\lambda=2$
实线为E平面
虚线为H平面



- 最大辐射方向在 $\theta=0^\circ$ 方向上，且当 D_1/λ 和 D_2/λ 都较大时，辐射场的能量主要集中在 z 轴附近 θ 较小的角范围内。因此在分析主瓣特性时可认为 $(1+\cos\theta)/2 \approx 1$ 。

专题八：面天线

(a) 主瓣宽度和旁瓣电平

设 $\psi_{0.5}$ 表示半功率波瓣宽度, $\left| \frac{\sin \psi_{0.5}}{\psi_{0.5}} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}}$

由图可得: $\psi_{0.5}=1.39$, 因而

$$2 \sin \theta_{0.5E} = 0.89 \frac{\lambda}{D_2}, \quad 2 \sin \theta_{0.5H} = 0.89 \frac{\lambda}{D_1}$$

当口径尺寸较大时, 半功率波瓣宽度很小, 所以:

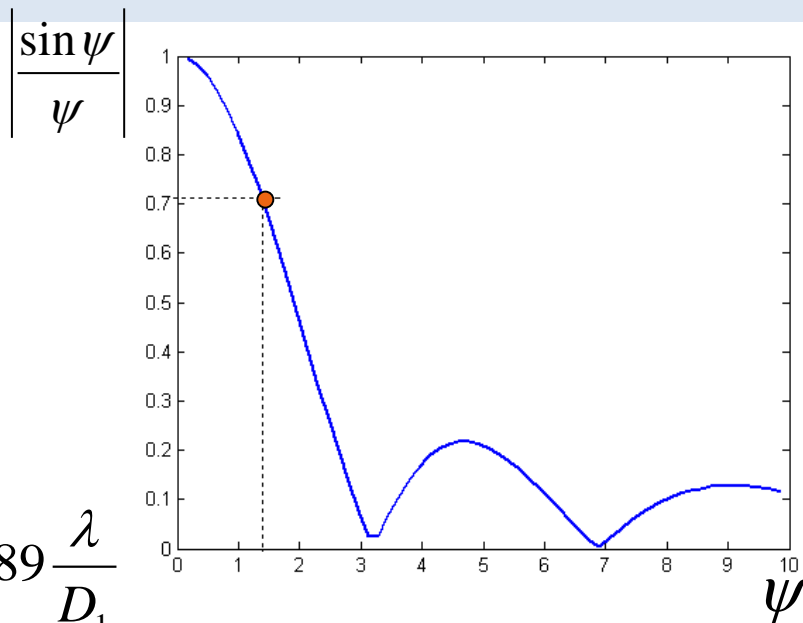
$$2\theta_{0.5E} = 51^\circ \frac{\lambda}{D_2}, \quad 2\theta_{0.5H} = 51^\circ \frac{\lambda}{D_1} \quad (9)$$

E面和H面最邻近主瓣的第一个峰值均为0.214, 所以第一旁瓣电平为:

$$20 \log_{10} 0.214 = -13.2 \text{dB} \quad (10)$$

(b) 方向系数

口径场均匀分布的矩形口径的方向系数为: $D = 4\pi \frac{S}{\lambda^2}$ (11)



专题八：面天线

(2) 口径场沿y轴线极化且振幅沿x轴余弦分布

此时有：

$$E_y = E_0 \cos \frac{\pi x_s}{D_1} \quad dS = dx_s dy_s \quad (12)$$

将式(12)代入(5)，积分得E面和H面方向函数分别为：

$$|F_E(\theta)| = \left| \frac{\sin \psi_2}{\psi_2} \right| = \left| \frac{\sin \left(\frac{kD_2 \sin \theta}{2} \right)}{(kD_2 \sin \theta)/2} \right| \left| \frac{1 + \cos \theta}{2} \right| \quad (13)$$

$$|F_H(\theta)| = \left| \frac{\cos \psi_1}{1 - (2\psi_1/\pi)^2} \right| = \left| \frac{\cos \left(\frac{kD_1 \sin \theta}{2} \right)}{1 - (kD_1 \sin \theta/\pi)^2} \right| \left| \frac{1 + \cos \theta}{2} \right| \quad (14)$$



专题八：面天线

(a) 主瓣宽度和旁瓣电平

$$2\theta_{0.5E} = 51^\circ \frac{\lambda}{D_2}, \quad 2\theta_{0.5H} = 68^\circ \frac{\lambda}{D_1} \quad (14)$$

E平面和H平面第一旁瓣电平分别为：

$$20\log_{10} 0.214 = -13.2\text{dB} \quad (15)$$

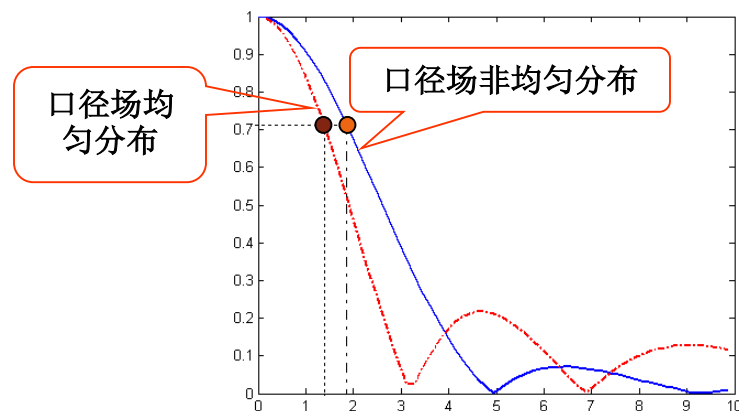
$$20\log_{10} 0.071 = -23\text{dB} \quad (16)$$

(b) 方向系数

口径场余弦分布的矩形口径的方向系数为：

$$D = 4\pi \frac{S}{\lambda^2} \cdot \frac{8}{\pi^2} = 4\pi \frac{S}{\lambda^2} \nu \quad (17)$$

其中 ν 为口径利用因数，此时 $\nu=0.81$ ，而均匀分布时 $\nu=1$ 。



H平面方向函数

结论

- 矩形口径方向图主瓣宽度取决于口径宽度与口径场分布；口径越大，方向图越尖锐；口径场不均匀分布时，方向图主瓣展宽。
- 方向系数取决于口径面积与口径场分布；口径场分布愈不均匀，口径面积愈小，方向系数愈低。
- 口径场不均匀分布时，旁瓣电平降低，但它是主以主瓣展宽为代价。
- **综上所述**，与相同口径面积的均匀分布相比，口径场非均匀分布虽可以使旁瓣（H面）电平降低，但主瓣展宽，口径利用系数降低，且不均匀分布程度越高，这种效应越明显。

专题八：面天线

2. 圆形口径辐射场的特性

设圆形口径的半径为 a ，则面元的坐标为：

$$\begin{cases} x_S = \rho_S \cos \varphi_S \\ y_S = \rho_S \sin \varphi_S \end{cases} \quad (18)$$

将式(3)和(18)代入式(2)得：

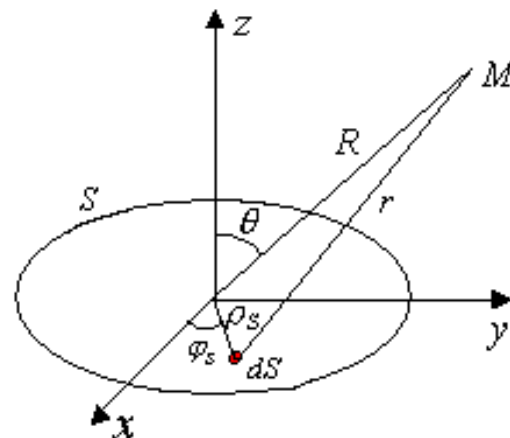
$$r = R - \rho_S \sin \theta \cos(\varphi - \varphi_S) \quad (19)$$

考虑到面元的面积为：

$$dS = \rho_S d\rho_S d\varphi_S \quad (20)$$

将上述两式代入式(1)得圆形口径辐射场的一般表达式为：

$$E_M = j \frac{e^{-jkR}}{R\lambda} \frac{1 + \cos \theta}{2} \iint_S E^S e^{jk\rho_S \sin \theta \cos(\varphi - \varphi_S)} \rho_S d\rho_S d\varphi_S \quad (21)$$



专题八：面天线

(1)口径场沿 y 轴线极化且在半径为 a 的圆面上均匀分布

$$\text{此时有:} \quad E_y = E_0 \quad (22)$$

将上式代入式(21)，并注意到：

$$J_0(k\rho_S \sin \theta) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{jk\rho_S \sin \theta \cos(\varphi - \varphi_S)} d\varphi_S$$

$$\int_0^a t J_0(t) dt = a J_1(a)$$

于是均匀分布的圆形口径辐射场为：

$$E_M = j \frac{e^{-jkR}}{R\lambda} \frac{1 + \cos \theta}{2} E_0 S \frac{2J_1(\psi_3)}{\psi_3} \quad (23)$$

$$\text{其中,} \quad \begin{cases} \psi_3 = ka \sin \theta \\ S = \pi a^2 \end{cases}$$



专题八：面天线

因此两主平面的方向函数为：

$$|F_E(\theta)| = |F_H(\theta)| = \left| \frac{2J_1(\psi_3)}{\psi_3} \right| \left| \frac{1 + \cos \theta}{2} \right|$$

主瓣宽度为：

$$2\theta_{0.5E} = 2\theta_{0.5H} = 61^\circ \frac{\lambda}{2a}$$

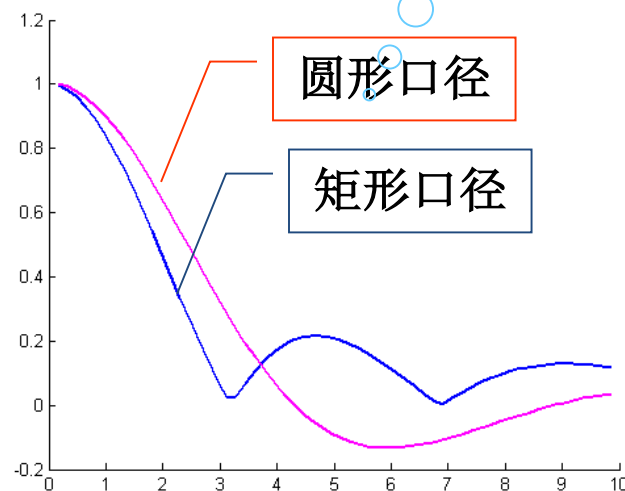
第一旁瓣电平为：

$$20\log_{10} 0.132 = -17.6dB$$

方向系数为：

$$D = 4\pi \frac{S}{\lambda^2}$$

相同口径面积的圆形与矩形口径H面方向图比较



专题八：面天线

(2) 口径场沿 y 轴线极化且振幅沿半径方向呈锥削分布

$$E_y = E_0 \left[1 - \left(\frac{\rho_s}{a} \right)^2 \right]^m$$

式中， $m=0,1,2,\dots$ ， m 越大，意味着锥削越严重即分布越不均匀， $m=0$ 对应于均匀分布。

m 为不同值时的辐射特性比较

m	主瓣半功率宽度	第一旁瓣电平	口径利用因数
0	$61\lambda/2a$ (度)	-17.6dB	1
1	$72\lambda/2a$ (度)	-24.6dB	0.75
2	$84\lambda/2a$ (度)	-30.6dB	0.56



结论：

- 平面口径的最大辐射方向在口径平面的法线方向（即 $\theta=0^\circ$ ）上。因为在此方向上，平面口径上所有惠更斯元到观察点的波程相位差为零，与同相离散天线阵的情况是一样的。
- 平面口径辐射的主瓣宽度、旁瓣电平和口径利用因数均取决于口径场的分布情况。口径场分布越均匀，主瓣越窄，旁瓣电平越高，口径利用因数越大。
- 在口径场分布一定的情况下，平面口径电尺寸越大，主瓣越窄，口径利用因数越大。



3. 口径场不同相对辐射的影响

事实上，面天线的口径场一般是不同相的，这是因为一方面某些特殊情况要求口径场相位按一定规律分布，另一方面，即使要求口径场为同相场，由于天线制造安装误差也会引起口径场不同相。

(1) 直线律相位偏移

$$E_y = E_0 e^{-j \frac{2x_s}{a} \varphi_m}$$

相当于平面波斜入射到口径上

(2) 平方律相位偏移

$$E_y = E_0 e^{-j \left(\frac{2x_s}{a} \right)^2 \varphi_m}$$

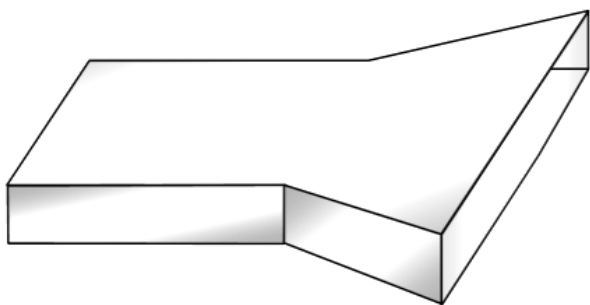
相当于球面波或柱面波斜入射

(3) 立方律相位偏移

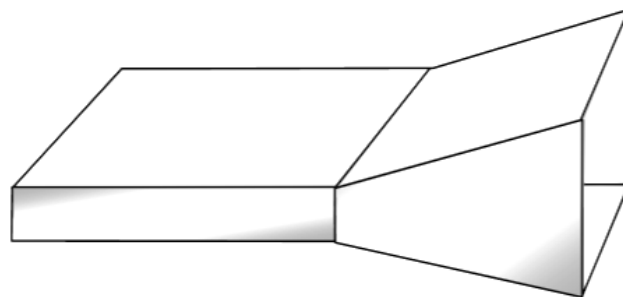
$$E_y = E_0 e^{-j \left(\frac{2x_s}{a} \right)^3 \varphi_m}$$

抛物面天线中，馈源横向偏焦时

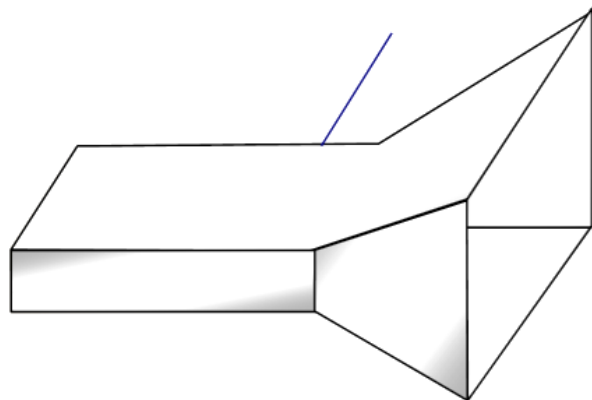
8.3 喇叭天线



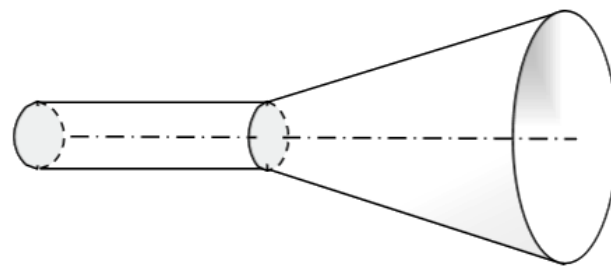
H面喇叭



E面喇叭



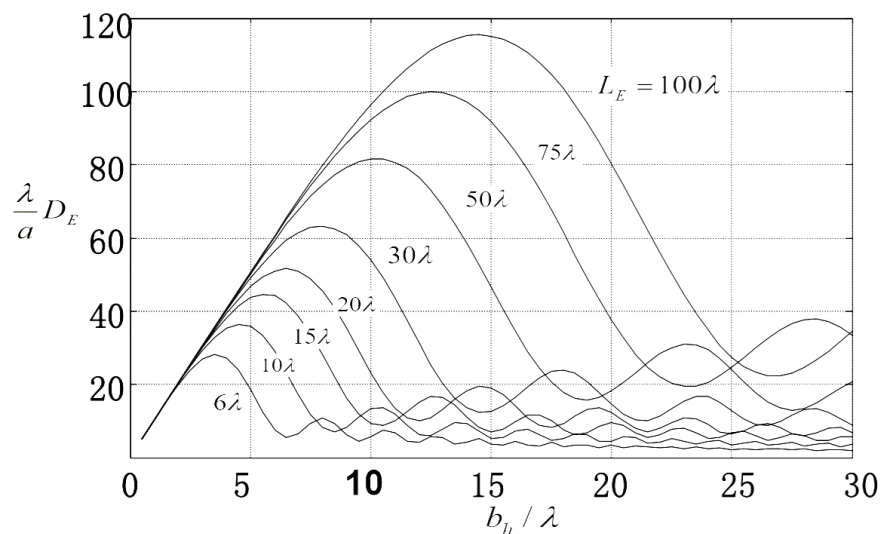
角锥喇叭



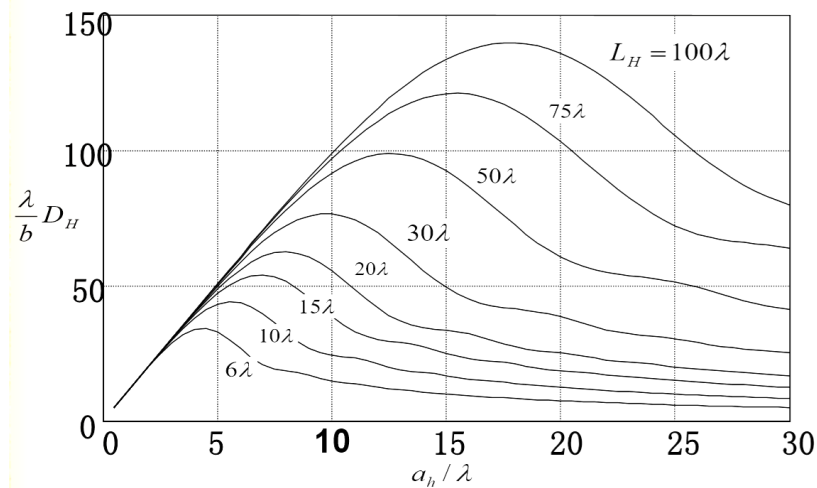
圆锥喇叭

专题八：面天线

1. 矩形喇叭



E 面喇叭方向系数



H面喇叭方向系数

专题八：面天线

最大的方向系数,
对应的最佳尺寸

$$b_{\text{hopt}} = \sqrt{2\lambda L_E}$$

$$a_{\text{hopt}} = \sqrt{3\lambda L_H}$$

最佳E面扇形喇叭的
E面主瓣宽度为

$$2\theta_{0.5E}(\text{rad}) = 0.94 \frac{\lambda}{b_h}$$

最佳H面扇形喇叭的
H面主瓣宽度为

$$2\theta_{0.5H}(\text{rad}) = 1.36 \frac{\lambda}{a_h}$$

最佳扇形喇叭的
面积利用系数

$$\nu = 0.64$$

$$D_H = D_E = 0.64 \frac{4\pi}{\lambda^2} S$$

最佳角锥喇叭的
面积利用系数

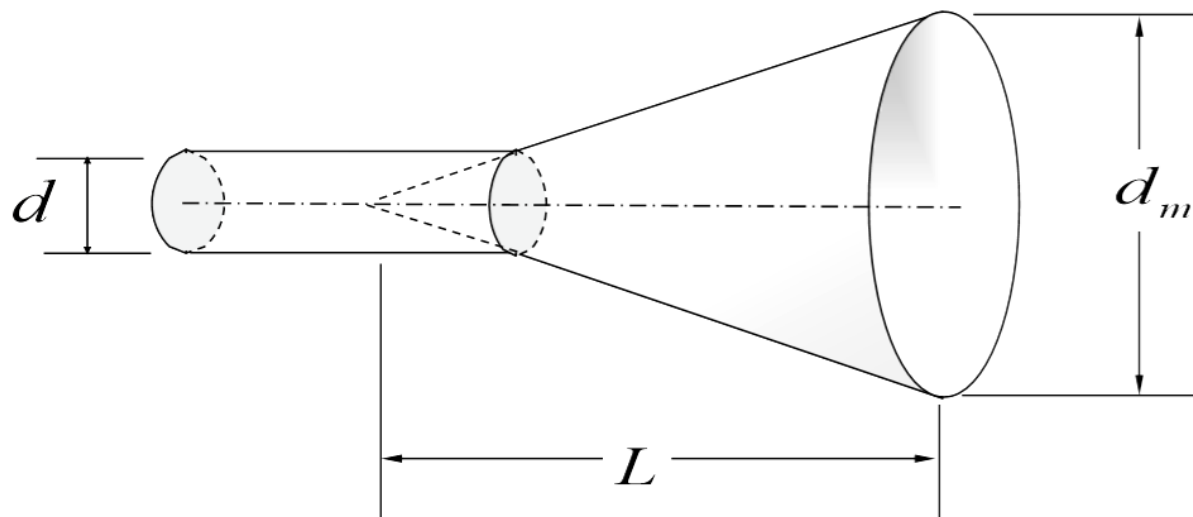
$$\nu = 0.51$$

$$D_H = D_E = 0.51 \frac{4\pi}{\lambda^2} S$$



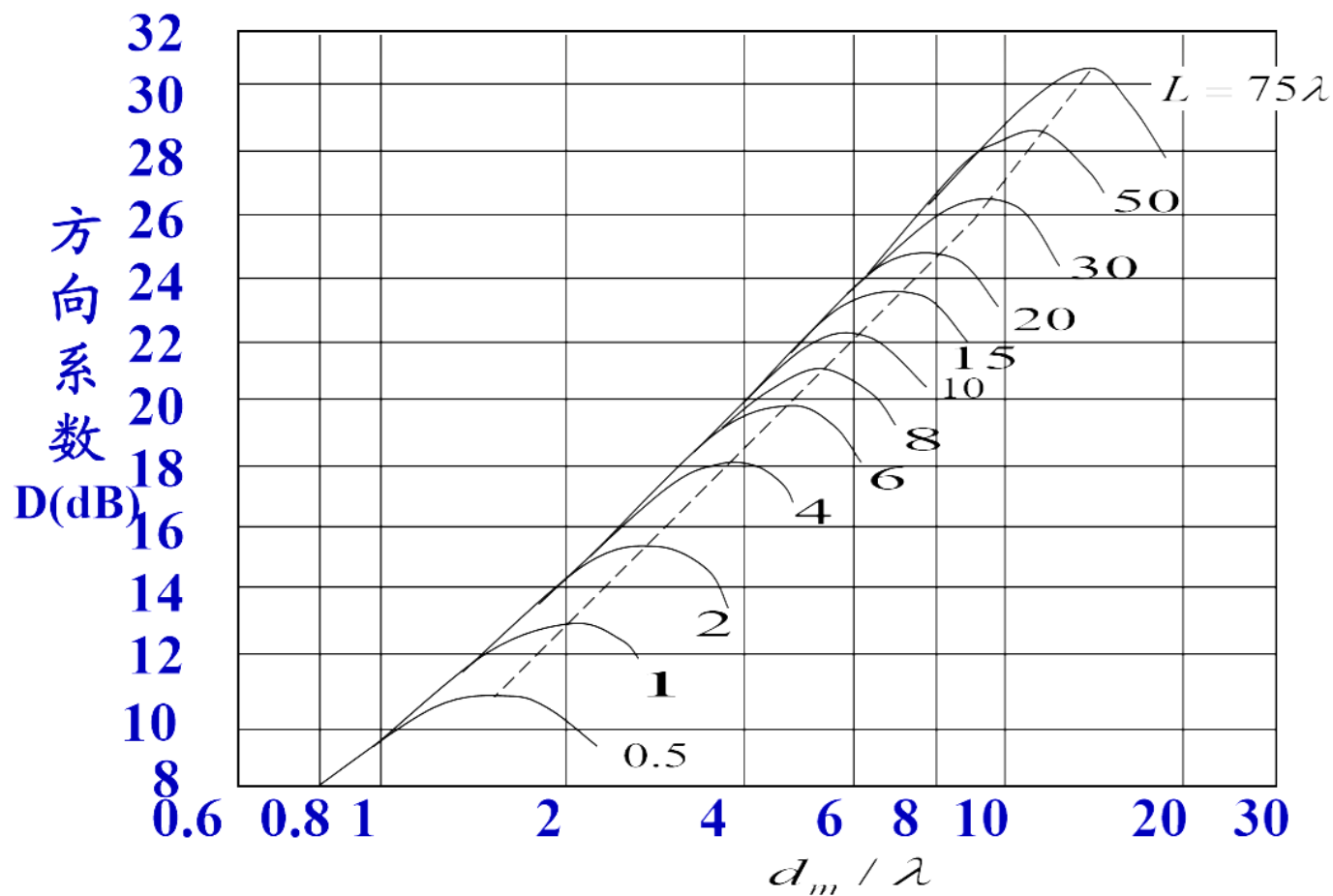
专题八：面天线

2.圆锥喇叭



口径场的振幅分布与圆波导中 TE_{11} 的相同，
相位按平方律沿半径方向变化。

专题八：面天线



圆锥喇叭的方向系数

最佳圆锥喇叭的主瓣宽度与方向系数

$$\left. \begin{aligned} 2\theta_{0.5H} (rad) &= 1.22 \frac{\lambda}{d_m} \\ 2\theta_{0.5E} (rad) &= 1.05 \frac{\lambda}{d_m} \\ D &= 0.5 \left(\frac{\pi d_m}{\lambda} \right)^2 \end{aligned} \right\}$$

8.4 旋转抛物面天线

旋转抛物面天线(parabolic reflector antenna)是在通信、雷达和射电天文等系统中广泛使用的一种天线，它是由两部分组成的。

1. 馈源(feed)把高频导波能量转变成电磁波能量并投向抛物反射面；
2. 抛物反射面将馈源投射过来的球面波沿抛物面的轴向反射出去，从而获得很强的方向性。

反射面由抛物线绕其焦轴旋转而成，它一般采用导电性能良好的金属或在其它材料上敷以金属层制成；

置于抛物面焦点处的**馈源**（也称照射器）



专题八：面天线

1. 抛物面天线的工作原理

在 yz 平面上，焦点 F 在 z 轴且其顶点通过原点的抛物线绕 OF 轴旋转而形成的抛物面方程为：

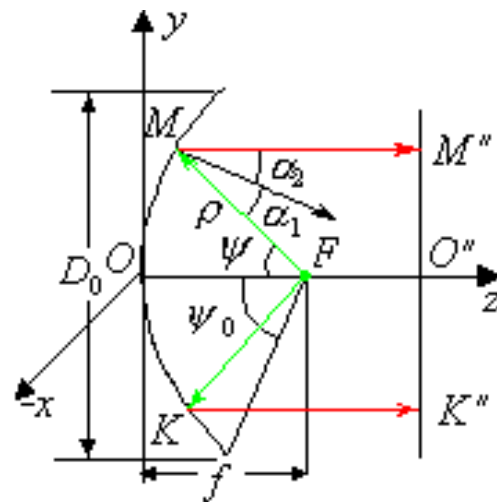
$$x^2 + y^2 = 4fz$$

抛物线方程用原点与焦点重合的极坐标 (ρ, ψ) 来表示：

$$\rho = \frac{2f}{1 + \cos \psi} = f \sec^2 \frac{\psi}{2}$$

式中， ρ 为从焦点到抛物面上任一点 M 的距离， ψ 为与 OF 轴线的夹角。

$D_0=2a$ 为抛物面口径直径， ψ_0 为抛物面口径张角，则： $f / D_0 = 4 \tan \frac{\psi_0}{2}$



专题八：面天线

抛物线的特性之一：

抛物面为金属面时，从焦点 F 发出的以任意方向入射的电磁波，经它反射后都平行于 OF 轴，使馈源相位中心与焦点 F 重合。

即从馈源发出的球面波，经抛物线反射后变为平面波，形成平面波束。

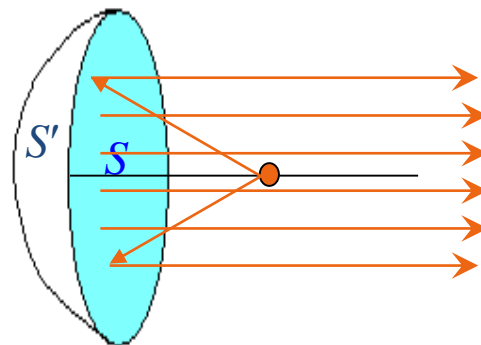
抛物线的特性之二：

从**焦点 F** 发出的各条电磁波射线经抛物面反射后到抛物面口径上的波程为一常数，等相位面为垂直于轴的平面，抛物面的口径场为同相场，反射波为平行于 OF 轴的平面波。



专题八：面天线

结论：



如果馈源辐射理想的球面波，而且抛物面口径尺寸为无限大时，则抛物面就把球面波变为理想平面波，能量沿 OF 轴正方向传播，其它方向的辐射为零。

但实际上抛物面天线的波束不可能是波瓣宽度为零的理想波束，而是一个与抛物面口径尺寸及馈源方向图有关的窄波束。

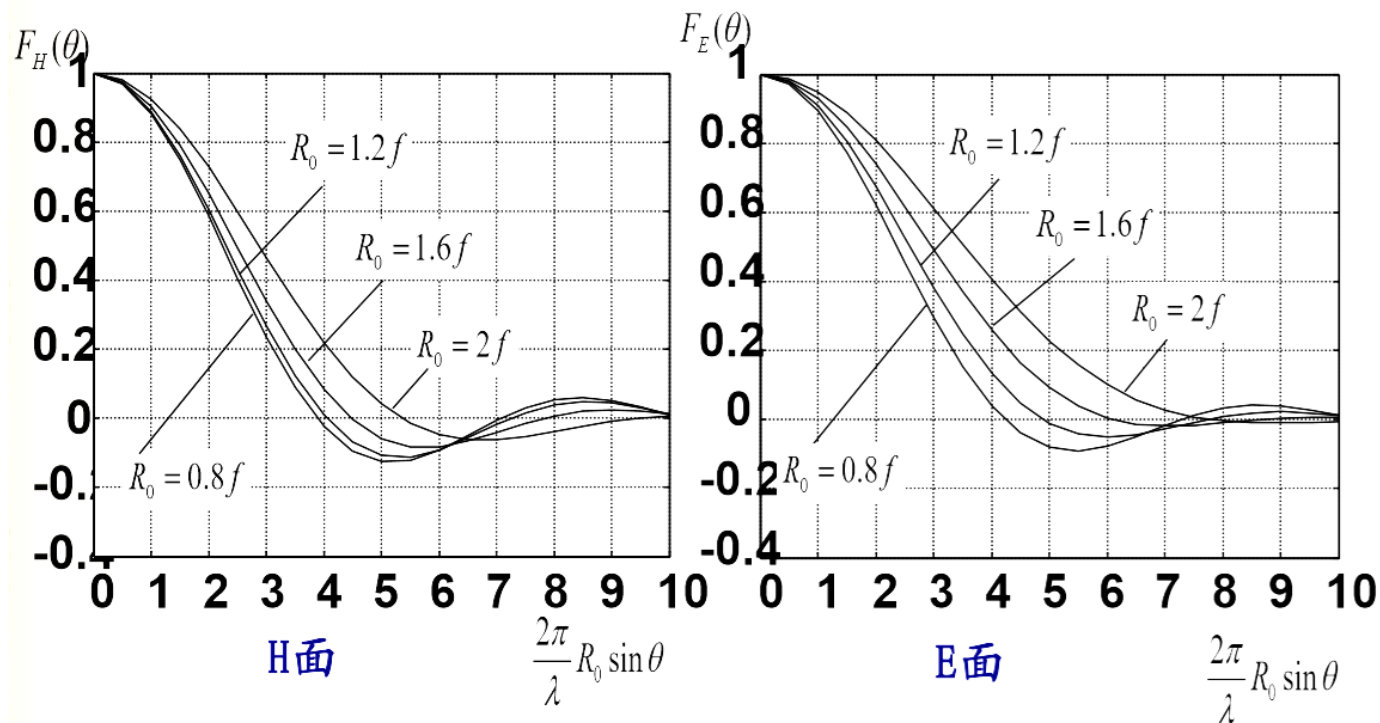
• 2. 分析方法

口径场法：

- 根据惠更斯原理，抛物面天线的辐射场可以用包围源的任何封闭曲面($S' + S$)上各次级波源产生的辐射场的叠加。
- 对于抛物面天线， S' 为抛物面的外表面， S 为抛物面的开口径。这样， S' 上的场为零，在口径 S 上各点场的相位相同。
- 所以只要求出口径面 S 上的场分布，就可以利用8.2节的圆口径同相场的辐射公式来计算天线的辐射场。

专题八：面天线

3. 抛物天线的辐射特性



馈源为带圆盘反射器的偶极子的抛物面天线方向图

专题八：面天线

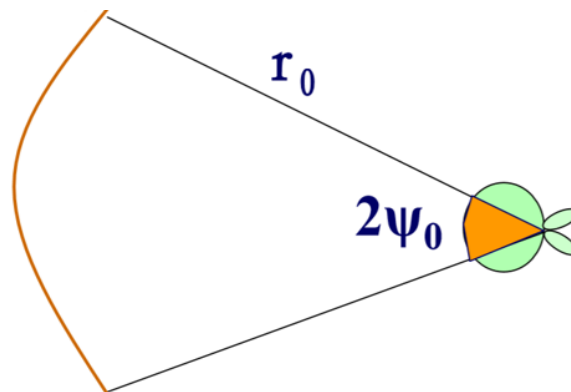
(一) 主瓣宽度 $2\theta_{3\text{dB}} = 65^\circ \lambda / 2R_0$
 $\text{FSLL} = -22.4\text{dB}$

考虑实际情况:

$2\theta_{3\text{dB}} = (70^\circ \sim 80^\circ) \lambda / 2R_0$
 $\text{FSLL} = (-16 \sim -19) \text{dB}$

(二) 方向系数和增益系数

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} S_v$$



专题八：面天线

讨论

(1) 一般情况下，馈源的方向图越宽及口径张角越小，则口径场越均匀，因而抛物面方向图的主瓣越窄、旁瓣电平越高。

(2) 旁瓣电平，除了直接与口径场分布的均匀程度有关外，馈源在 $\psi > \psi_0$ 以外的漏辐射也是旁瓣的部分，漏辐射越强，则旁瓣电平越高。此外，反射面边缘电流的绕射、馈源的反射、交叉极化等都会影响旁瓣电平。

(3) 对于大多数抛物面天线，主瓣宽度在如下范围内：

$$2\theta_{0.5} = K \frac{\lambda}{2a}, (K = 65^\circ - 80^\circ)$$

注意：如果口径场分布较均匀，系数应取少一些，反之取大一些。当口径边缘场比中心场约低11dB时，系数K可取为70°。



专题八：面天线

结论：

(1) ψ_0 张角一定时，馈源方向函数 $D_A(\psi)$ 变化越快，方向图越窄，则口径场分布越不均匀，口径利用因数越低。

(2) 馈源方向函数 $D_A(\psi)$ 一定时， ψ_0 张角越大，则口径场分布越不均匀，口径利用因数越低。



专题八：面天线

4. 馈源(feed)

(1) 基本要求

抛物面天线的方向性很大程度上依赖于馈源。
通常对馈源提出如下基本要求：

- 1) 馈源方向图与抛物面张角配合，使天线方向系数最大；尽可能减少绕过抛物面边缘的能量漏失；方向图接近圆对称，最好没有旁瓣和后瓣。
- 2) 具有确定的相位中心，这样才能保证相位中心与焦点重合时，抛物面口径为同相场。
- 3) 因为馈源置于抛物面的前方，所以尺寸应尽可能的小，以减少对口径的遮挡。
- 4) 应具有一定的带宽，因为天线带宽主要取决于馈源系统的带宽。



专题八：面天线

(2) 馈源的选择

选择馈源应根据天线的工作波段和特定用途而定。

抛物面天线多用于微波波段，馈源多采用波导辐射器(**waveguide radiator**)和喇叭(**horn**)，也有用振子、螺旋天线等作馈源的。

- 1) 波导辐射器由于传输波型的限制，口径不大，方向图波瓣较宽，适用于短焦距抛物面天线。
- 2) 长焦距抛物面天线的口径张角较小，为了获得最佳照射，馈源方向图应较窄，即要求馈源口径较大，一般采用小张角口径喇叭。
- 3) 在某些情况下，要求天线辐射或接收圆极化电磁波（如雷达搜索或跟踪目标），这就要求馈源为圆极化的，象螺旋天线等。
- 4) 有时要求天线时宽频带的，这就应采用宽频带馈源，如平面螺旋天线、对数周期天线等。



5. 抛物面天线的偏焦特性及其应用

- 在实际应用中，有时需要使波瓣在小角度范围内扫描，以达到**搜索目标**的目的。
- 使馈源沿垂直于抛物面轴线的方向运动，即产生**横向偏焦**；
- 使馈源沿抛物面轴线方向往返运动，即产生**纵向偏焦**。
- 横向偏焦和纵向偏焦，都导致抛物面口径场相位偏焦。**
- 如果横向偏焦不大时，抛物面口径场相位偏焦接近于线性相位偏焦，仅导致主瓣最大值偏离轴向，而方向图形状几乎不变；
- 纵向偏焦引起口径场相位偏差是对称的，因此方向图也是对称的。
- 纵向偏焦较大时，方向图波瓣变得很宽，这样，一部天线可以兼作搜索和跟踪之用。大尺寸偏焦时用作搜索，正焦时用作跟踪。



8.5 卡塞格伦天线

卡塞格伦天线(**Cassegrain**)是旋转抛物面作主反射面，旋转双曲面(**Hyperbolic**)作副反射面(**sub-reflector**)，它已在卫星地面站、单脉冲雷达和射电天文等系统中广泛应用。

与单反射面天线相比，它具有下列**优点**：

- (1) 由于天线有两个反射面，几何参数增多，便于按照各种需要灵活地进行设计；
- (2) 可以采用短焦距抛物面天线作主反射面，减小了天线的纵向尺寸；
- (3) 由于采用了副反射面，馈源可以安装在抛物面顶点附近，使馈源和接收机之间的传输线缩短，减小了传输线损耗所造成的噪声。



专题八：面天线

- 卡塞格伦天线可以用一个口径尺寸与原抛物面相同，但焦距放大了 M 倍的旋转抛物面天线来等效，且具有相同的场分布。
- 可以用旋转抛物面天线的理论来分析卡塞格伦天线的辐射特性及各种电参数。

应当指出，由于这种等效方法是由几何光学定律得到的，而微波频率远低于光频，因此这种等效只能是近似的。尽管如此，在一般情况下，用它来估算卡塞格伦天线的一些主要性质还是非常有效的。



作业：

习题八

- 1(1) . 何谓惠更斯辐射元？
9. 何谓最佳喇叭？喇叭天线为什么存在着最佳尺寸？