

## 2.4 天线基础

### 2.4.1 天线的作用和分类

无线电发射机输出的射频信号功率，通过馈线（电缆）输送到天线，由天线以电磁波形式辐射出去。电磁波到达接收地点后，由天线接下来（仅仅接收很小很小一部分功率），并通过馈线送到无线电接收机。



## 2.4 天线基础

### 2.4.1 天线的作用和分类

天线是发射和接收电磁波的一个重要的无线电设备，没有天线也就没有无线电通信。天线品种繁多，以供不同频率、不同用途、不同场合、不同要求等不同情况下使用。

按用途分类，可分为通信天线、电视天线、雷达天线等；

按工作频段分类，可分为短波天线、超短波天线、微波天线等；

按方向性分类，可分为全向天线、定向天线等；

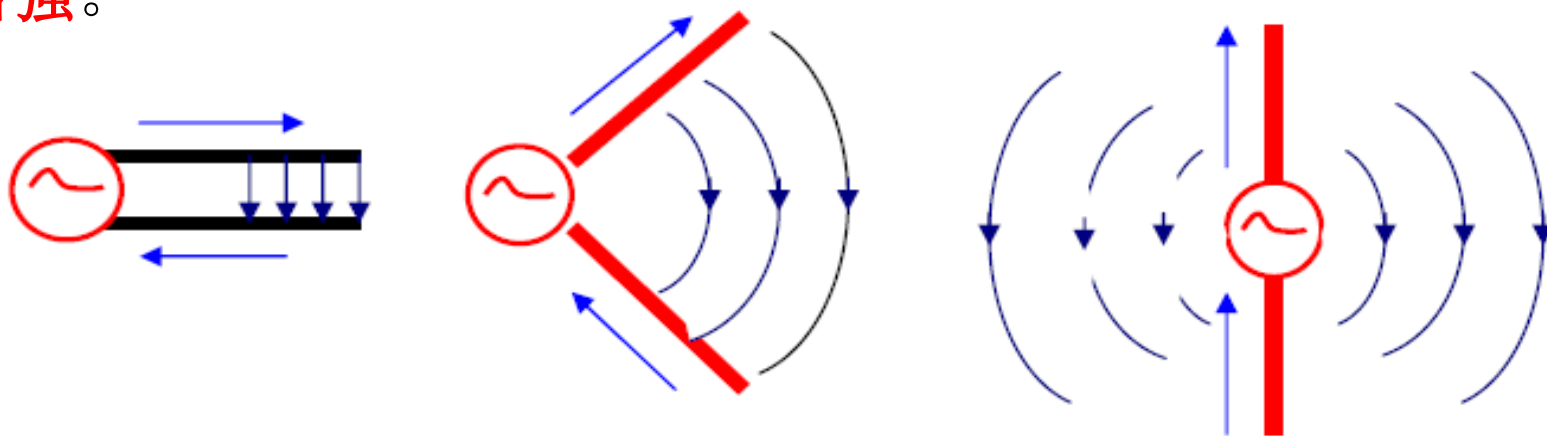
按外形分类，可分为线状天线、面状天线等。

## 2.4.2 电磁波的辐射

导线上有交变电流流动时，就可以发生电磁波的辐射，**辐射的能力与导线的长度和形状有关。**

当导线的长度  $L$  远小于波长  $\lambda$  时，辐射很微弱；**导线的长度  $L$  增大到可与波长相比拟时，导线上的电流将大大增加，因而就能形成较强的辐射。**

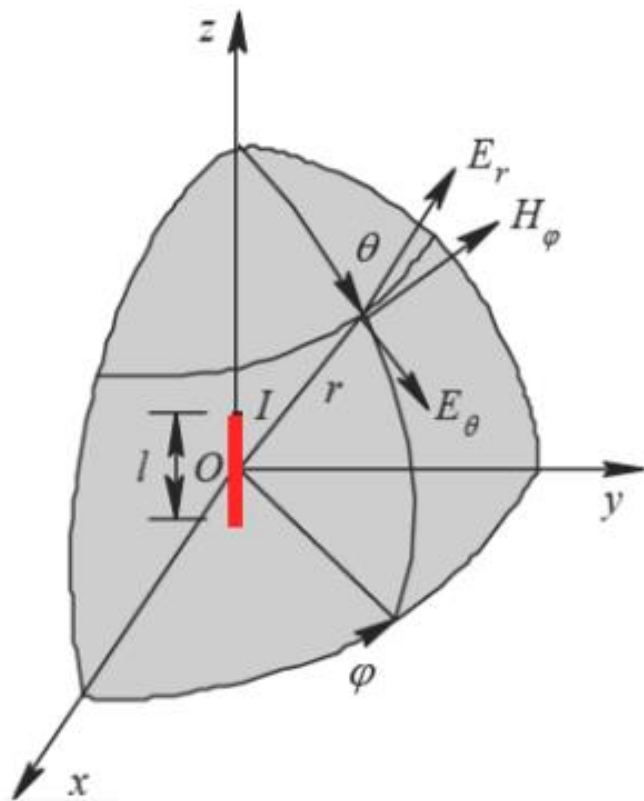
若两导线的距离很近，电场被束缚在两导线之间，因而辐射很微弱；**将两导线张开，电场就散播在周围空间，因而辐射增强。**



## 2.4.3 对称振子

**电基本振子**又称**电流元**，它是指一段理想的高频电流直导线，其长度 $L$ 远小于波长 $\lambda$ ，其半径 $R$ 远小于 $L$ ，同时振子沿线的电流 $I$ 处处等幅同相。

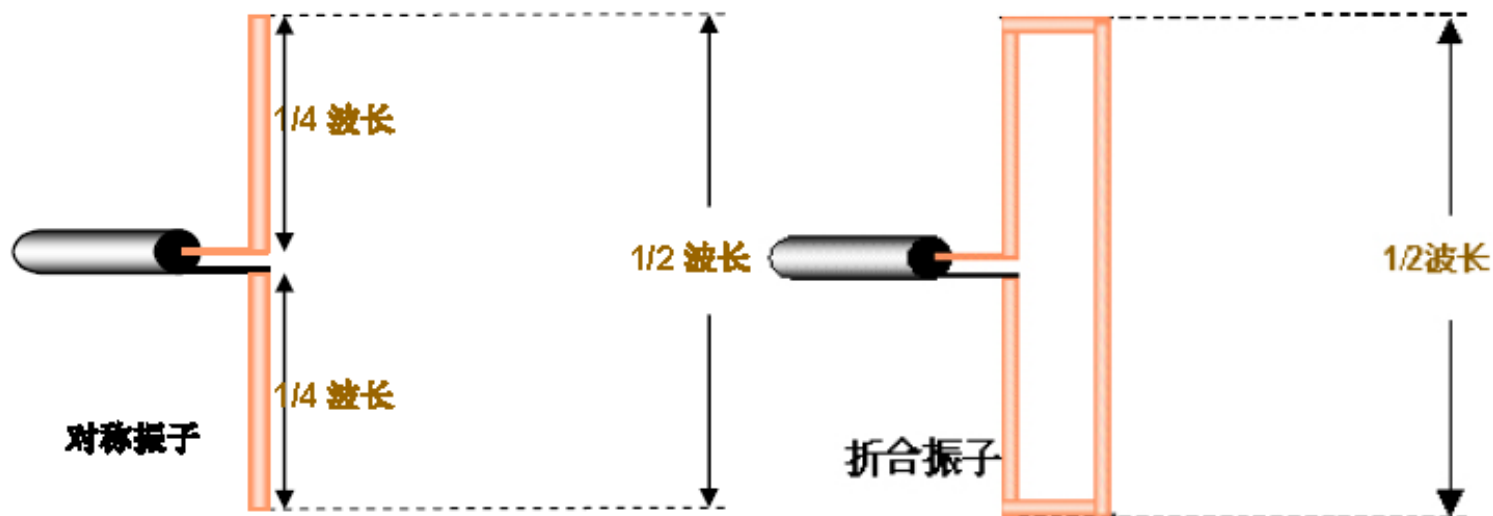
两部分长度相等而中心断开并接以馈电的导线，可用作发射和接收天线，这样构成的天线叫做**对称天线**。因为天线有时也称为振子，所以对称天线又叫**对称振子**，或**偶极天线**。对称振子是一种经典的、迄今为止使用最广泛的天线，单个半波对称振子可简单地单独使用或用作抛物面天线的馈源，也可采用多个半波对称振子组成天线阵。



## 2.4.3 对称振子

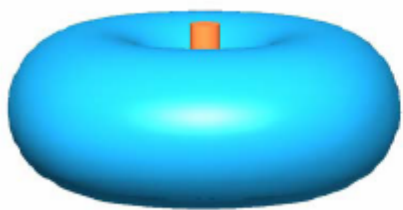
两臂长度相等的振子叫做**对称振子**。全长与波长相等的对称振子称**全波对称振子**。每臂长度为四分之一波长、全长为二分之一波长的振子，称**半波对称振子**。

另外，还有一种异型半波对称振子，可看成是将全波对称振子折合成一个窄长的矩形框，并把全波对称振子的两个端点相叠，这个窄长的矩形框称为**折合振子**，注意，折合振子的长度也是为二分之一波长，故称为**半波折合振子**。

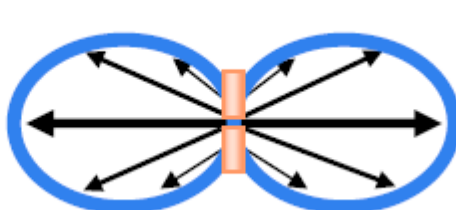


## 2.4.4 天线的方向性

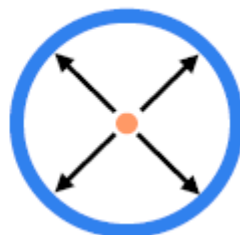
发射天线的基本功能之一是把从馈线取得的能量向周围空间辐射出去，基本功能之二是把大部分能量朝所需的方向辐射。垂直放置的半波对称振子具有平放的“面包圈”形的立体方向图。立体方向图虽然立体感强，但绘制困难，图（2）与图（3）给出了它的两个主平面方向图，平面方向图描述天线在某指定平面上的方向性。从图（2）可以看出，在振子的轴线方向上辐射为零，最大辐射方向在水平面上；而从图（3）可以看出，在水平面上各个方向上的辐射一样大。



（1）立体方向图



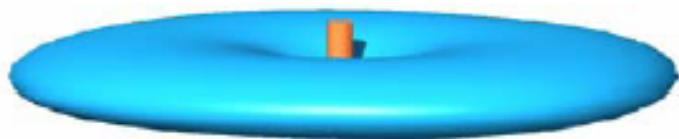
（2）垂直面方向图



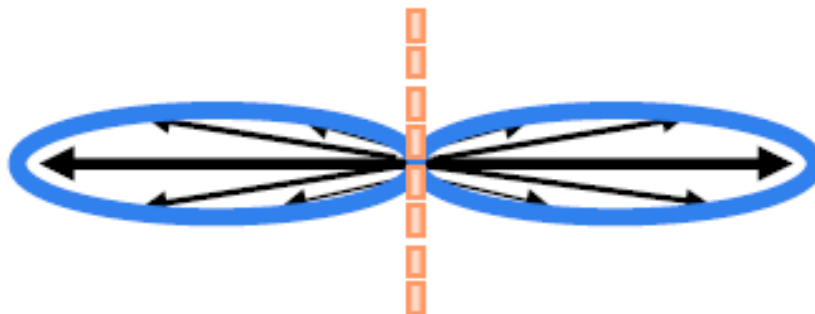
（3）水平面方向图

## 2.4.4 天线的方向性

天线方向性增强：若干个对称振子组阵，能够控制辐射，产生“扁平的面包圈”，把信号进一步集中到在水平面方向。下图是4个半波振子沿垂线上下排列成一个垂直四元阵时的立体方向图和垂直面方向图。



立体方向图

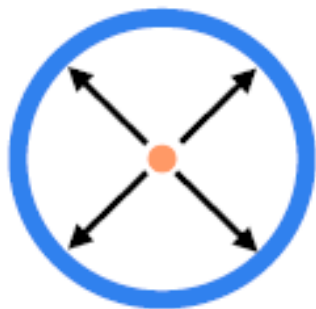


垂直面方向图

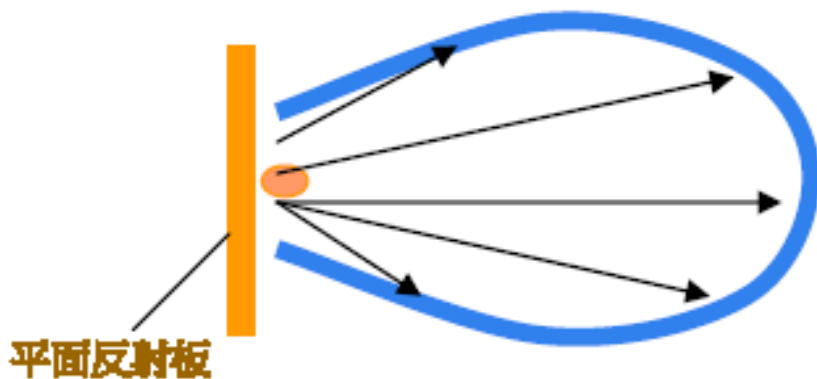
## 2.4.4 天线的方向性

天线方向性增强：也可以利用反射板把辐射能量控制到单侧方向，平面反射板放在阵列的一边构成扇形区覆盖天线。下面的水平面方向图说明了反射面的作用----反射面把功率反射到单侧方向，提高了增益。

抛物反射面的使用，更能使天线的辐射，像光学中的探照灯那样，把能量集中到一个小立体角内，从而获得很高的增益。不言而喻，抛物面天线的构成包括两个基本要素：抛物反射面和放置在抛物面焦点上的辐射源。



全向阵  
(垂直阵列 不带平面反射板)



扇形区覆盖  
(垂直阵列 带平面反射板)



## 2.4 天线基础

### 2.4.5 天线增益

天线增益是指：在输入功率相等的条件下，实际天线与理想的球型辐射单元在空间同一点处所产生的信号的功率密度之比。它定量地描述一个天线把输入功率集中辐射的程度。

天线增益不仅是天线最重要的参数之一，而且对无线通信系统的运行质量也非常重要，增加天线增益，就可以增大某个方向上的信号覆盖范围，或者范围不变，但该范围内的信号强度增强。对于单天线而言，要想提高天线的增益，最简单的办法就是将天线的发射方向进一步缩窄，就是所谓的缩窄波瓣宽度。

## 2.4 天线基础

### 2.4.5 天线增益

天线的增益是用来衡量天线朝一个特定方向收发信号的能力，它是选择天线最重要的参数之一。

增益的单位用**dBi**或**dBd**表示。

**dBi**是相对于全向辐射的参考值，在各方向的辐射是均匀的；

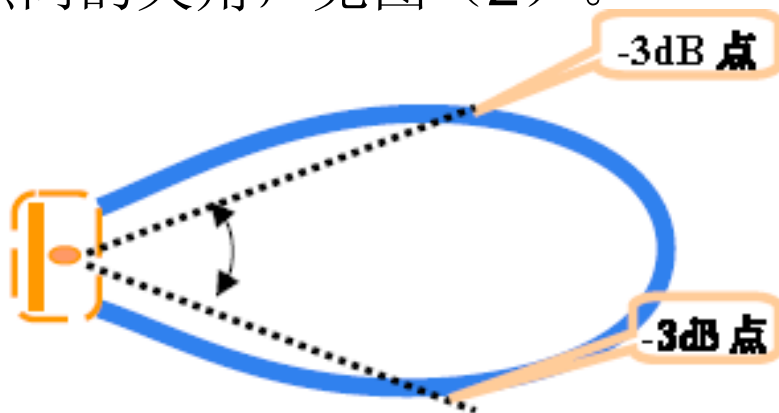
**dBd**相对于半波振子天线的参考值，

两者之间的关系是： **$dBi = dBd + 2.15$** 。

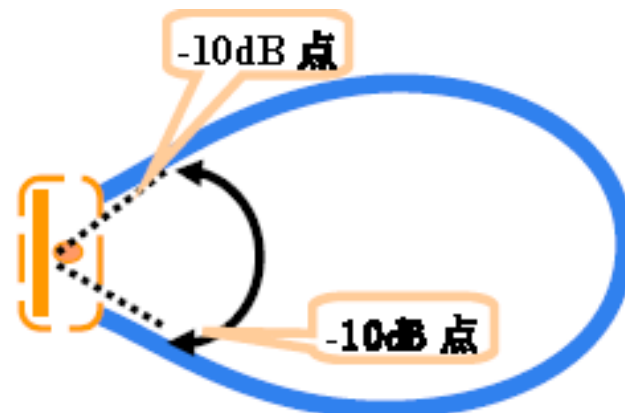
## 2.4.6 波瓣宽度

天线方向图中通常都有两个或多个瓣，其中辐射强度最大的瓣称为主瓣，其余的瓣称为副瓣或旁瓣。参见图（1），在主瓣最大辐射方向两侧，辐射强度降低3 dB（功率密度降低一半）的两点间的夹角定义为波瓣宽度（又称波束宽度或主瓣宽度或半功率角）。波瓣宽度越窄，方向性越好，作用距离越远，抗干扰能力越强。

还有一种波瓣宽度，即10dB 波瓣宽度，顾名思义它是方向图中辐射强度降低 10dB（功率密度降至十分之一）的两个点间的夹角，见图（2）。



(1) 3dB 波束宽度



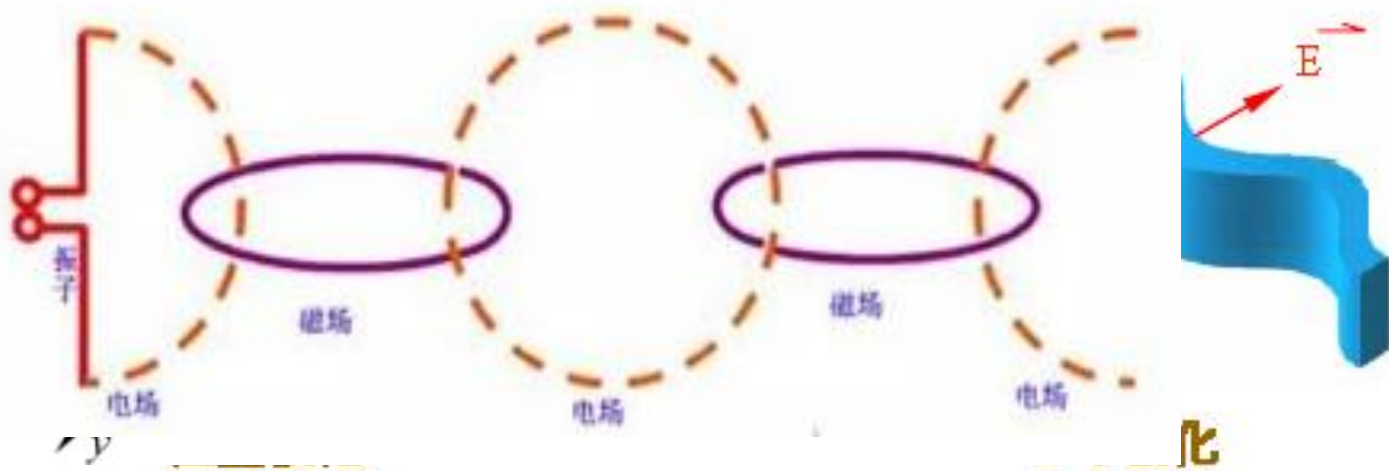
(2) 10dB 波束宽度

## 2.4.7 天线的极化

天线极化是描述天线辐射电磁波矢量空间指向的参数。

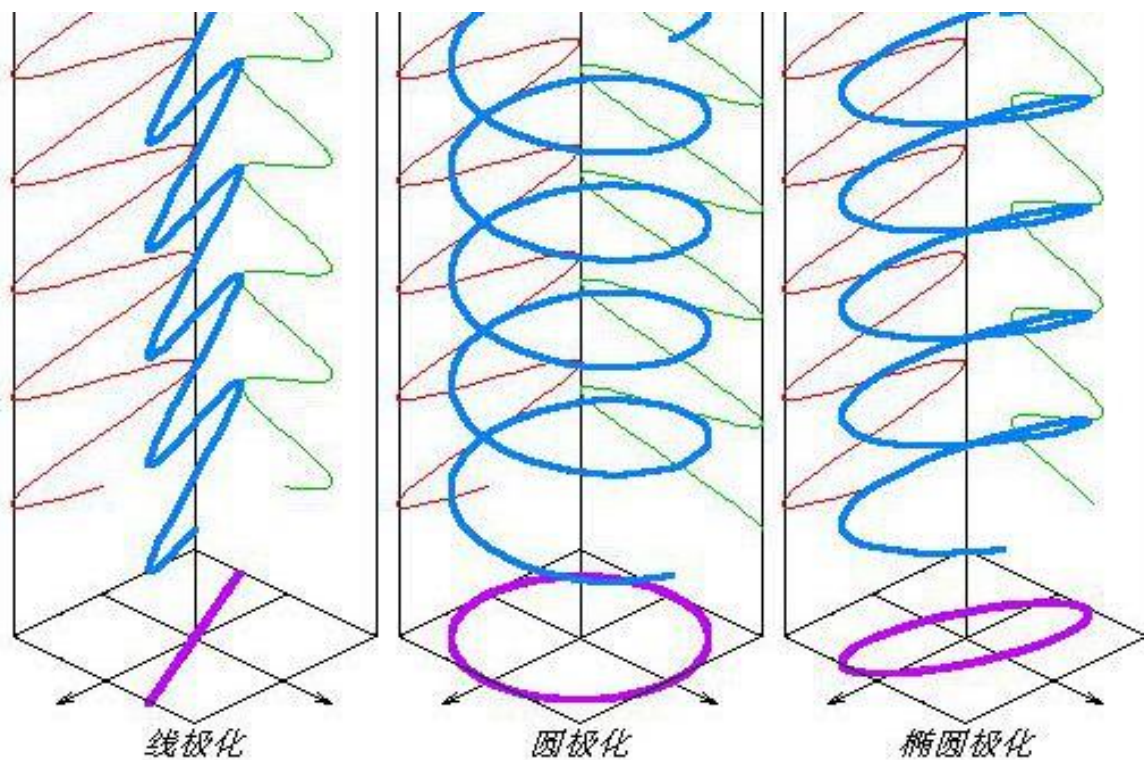
天线向周围空间辐射电磁波。电磁波由电场和磁场构成。人们规定：**电场的方向就是天线极化方向**。一般使用的天线为单极化的。下图示出了两种基本的单极化的情况：**垂直极化**和**水平极化**。

**接收天线架设方向必须与极化方向相同，否则不能接收信号，或者效率很差。**



## 2.4.7 天线的极化

天线的极化分为**线极化**、**圆极化**和**椭圆极化**。当无线电波的极化面与大地法线面之间的夹角从0~360度周期地变化，即电场大小不变，方向随时间变化，电场矢量末端的轨迹在垂直于传播方向的平面上投影是一个圆时，称为**圆极化**。





# Question & Answer