

RG000008 天线知识介绍ISSUE1.0



无线产品课程开发室

移动通信是当今通信领域内最为活跃、发展最为迅速的领域之一，天线是用户终端与基站控制设备间通信的桥梁，广泛应用于移动通信和无线接入通信系统中,它的迅猛发展产生了巨大的推动力，推动了天线概念的变革和技术的创新。能否对移动通信中天线方面的知识有深入的了解、全面掌握天线相关的知识，无论是对产品的安装和维护、网络规划工作的顺利开展，都有着十分重要的意义。



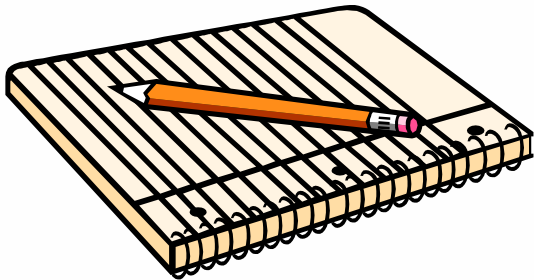
学习完本课程，您应该能够对以下知识有基本的了解：

- 1、无线电波和超短波的基本知识
- 2、天线辐射电磁波的基本原理介绍
- 3、关于天线传输线的概念介绍
- 4、基站天馈系统



课程内容

- 第一章 无线电波和超短波的基本知识
- 第二章 天线辐射电磁波的基本原理
- 第三章 天线传输线的概念介绍
- 第四章 基站天馈系统



第一章 无线电波和超短波的基本知识

- 第一节 无线电波的基本知识
- 第二节 超短波的基本知识

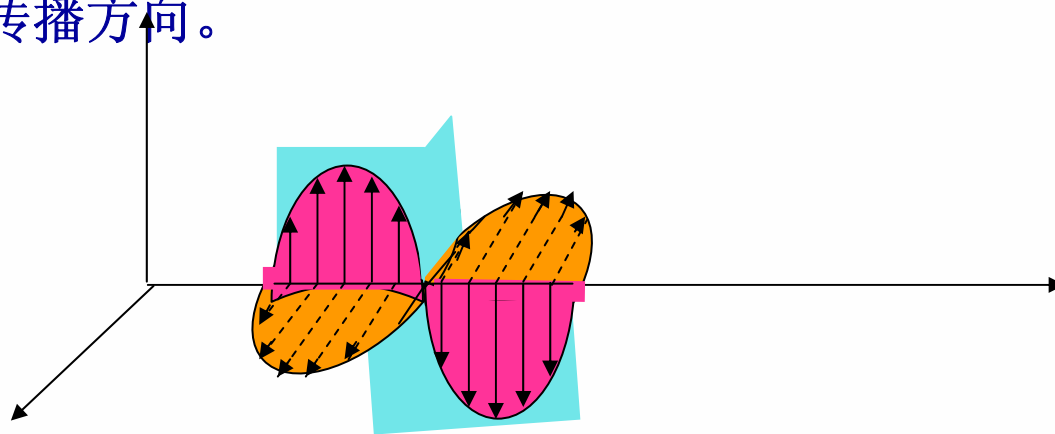


第一章 无线电波和超短波的基本知识

1、无线电波的基本知识

1、1 无线电波的概念：

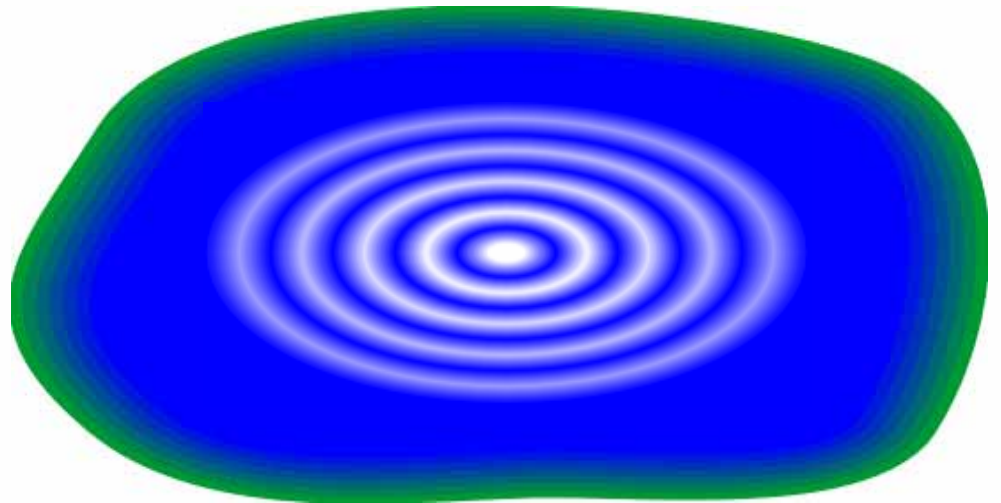
无线电波是一种能量传输形式，在传播过程中，电场和磁场在空间是相互垂直的，同时这两者又都垂直于传播方向。



第一章 无线电波和超短波的基本知识

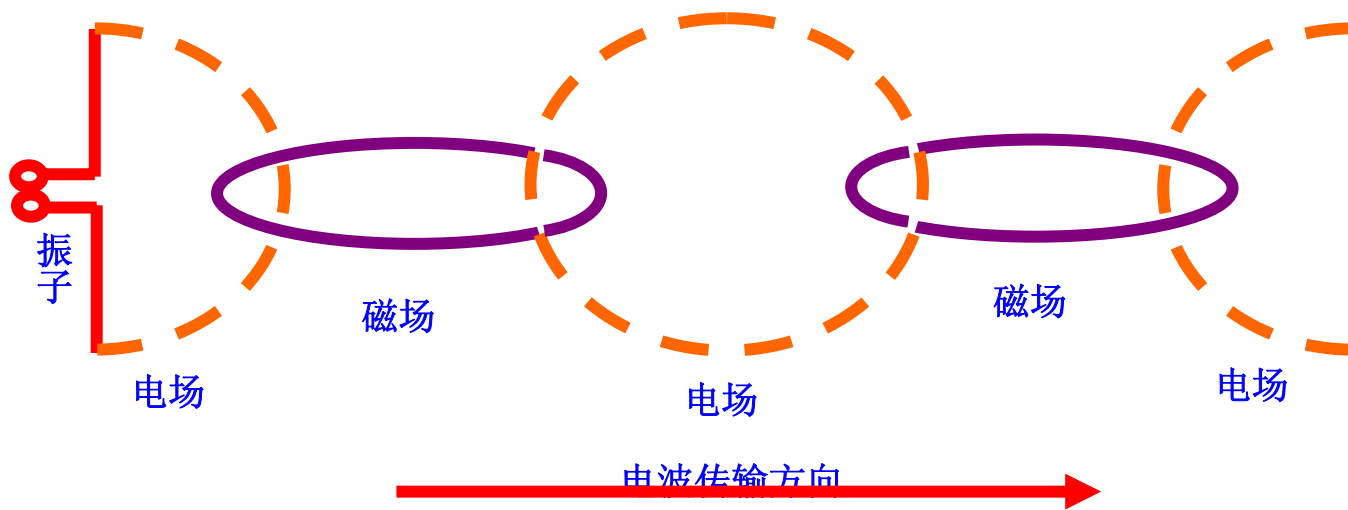
无线电波和光波一样，它的传播速度和传播媒质有关。无线电波在真空中的传播速度等于光速。我们用 $C = 300000$ 公里 / 秒表示。在媒质中的传播速度为： $V = C / (\epsilon)^{1/2}$ ，式中 ϵ 为传播媒质的相对介电常数。

无线电波类似一个池塘上的波纹，在传播时波会减弱。



第一章 无线电波和超短波的基本知识

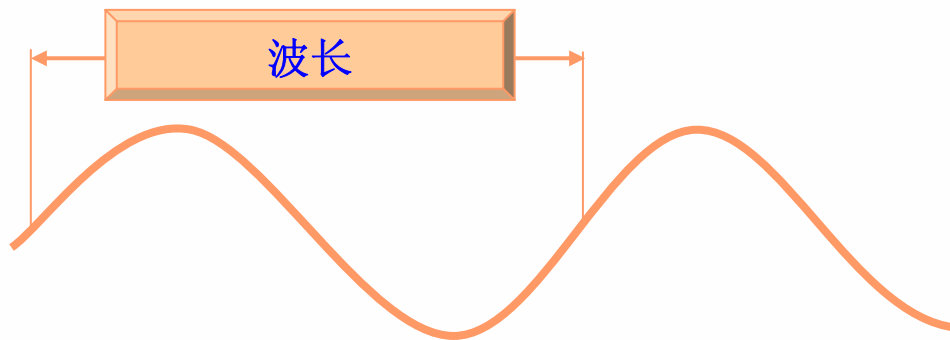
电磁波的传播



第一章 无线电波和超短波的基本知识

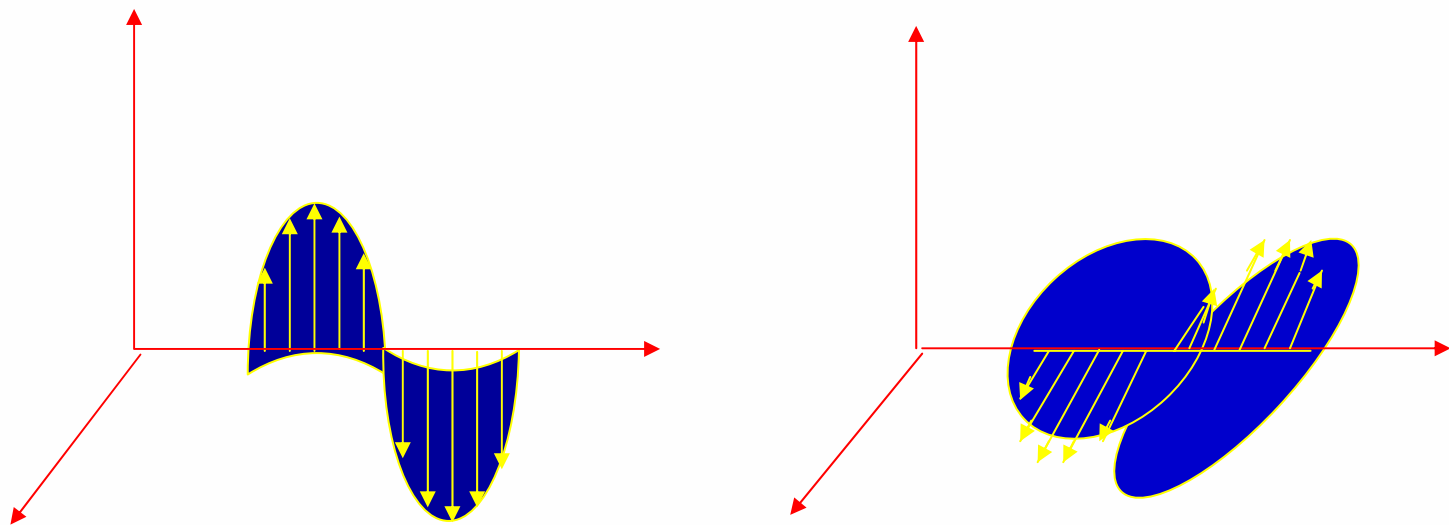
无线电波的波长、频率和传播速度的关系：

可用式 $\lambda = V / f$ 表示。在公式中， V 为速度，单位为米/秒； f 为频率，单位为赫兹； λ 为波长，单位为米。由上述关系式不难看出，同一频率的无线电波在不同的媒质中传播时，速度是不同的，因此波长也不一样。



1.2 无线电波的极化

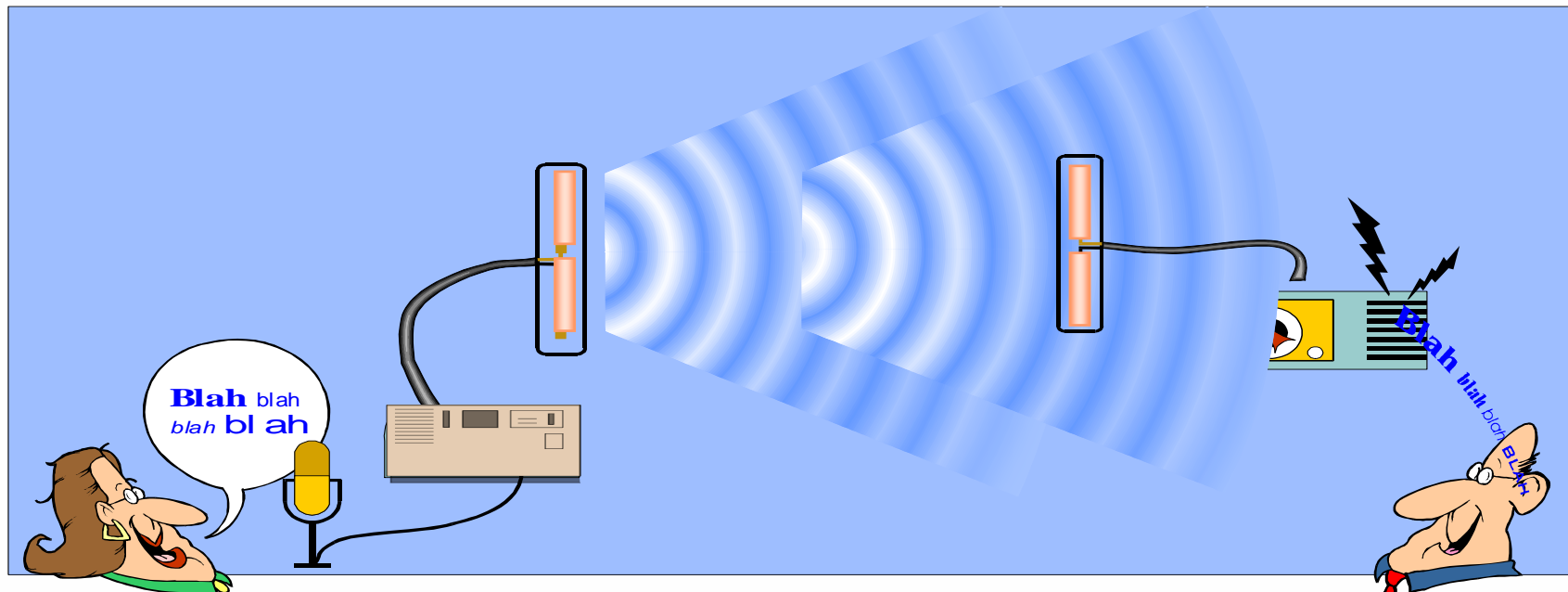
无线电波在空间传播时，其电场方向是按一定的规律而变化的，这种现象称为无线电波的极化。



第一章 无线电波和超短波的基本知识

什么是天线？

- 把从导线上传下来的电信号做为无线电波发射到空间.....
- 收集无线电波并产生电信号



1.3 天线的极化

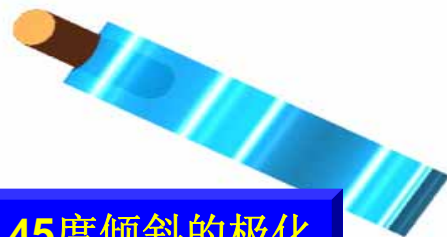
天线辐射的电磁场的电场方向就是天线的极化方向



垂直极化



水平极化



+ 45度倾斜的极化

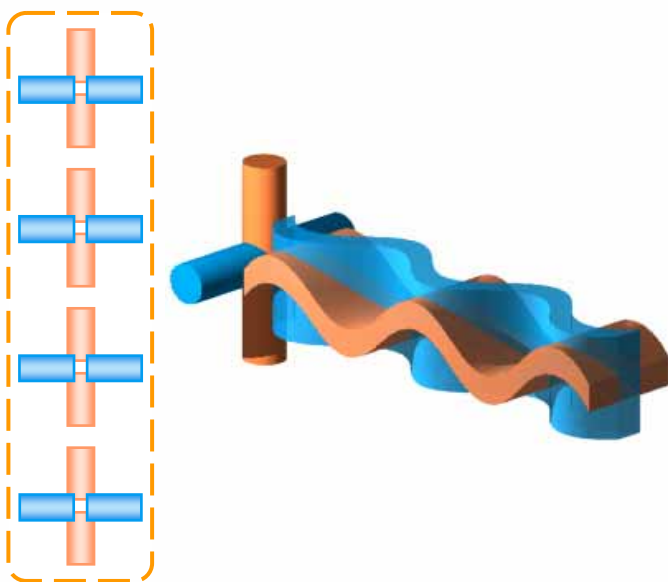


- 45度倾斜的极化

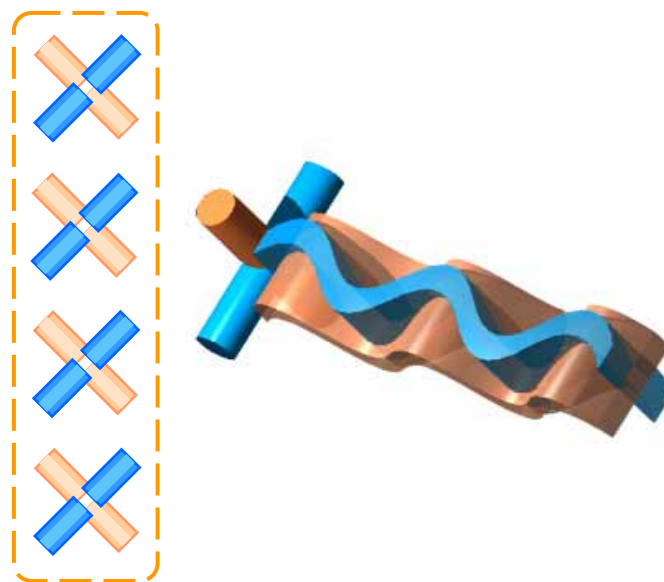
第一章 无线电波和超短波的基本知识

双极化天线

- 两个天线为一个整体，传输两个独立的波。



V/H (垂直/水平)



倾斜 (+/- 45°)



第一章 无线电波和超短波的基本知识

1.4 圆极化波

如果电波在传播过程中电场的方向是旋转的，就叫作椭圆极化波。旋转过程中，如果电场的幅度，即大小保持不变，我们就叫它为圆极化波。向传播方向看去顺时针方向旋转的叫右旋圆极化波，反时针方向旋转的叫做左旋圆极化波。

垂直极化波要用具有垂直极化特性的天线来接收，水平极化波要用具有水平极化特性的天线来接收。

右旋圆极化波要用具有右旋圆极化特性的天线来接收；而左旋圆极化波要用具有左旋圆极化特性的天线来接收。当来波的极化方向与接收天线的极化方向不一致时，在接收过程中通常都要产生极化损失。



第一章 无线电波和超短波的基本知识

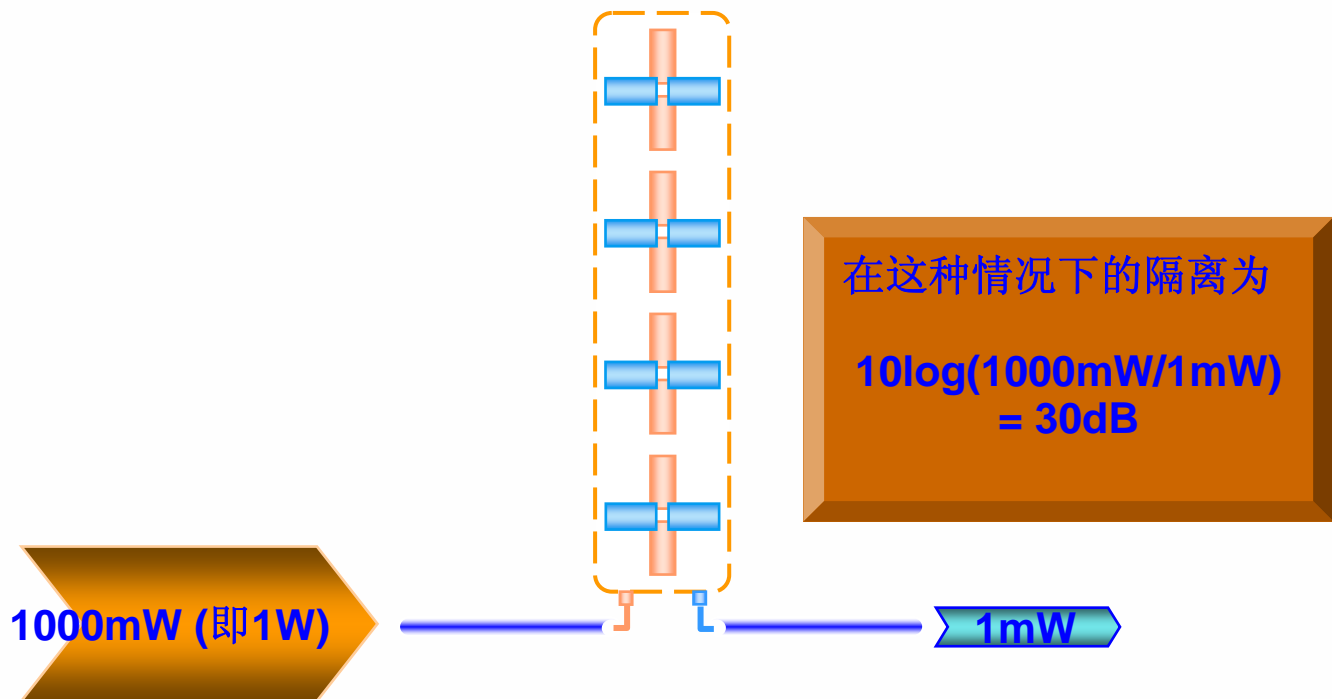
1.5 极化损失

当来波的极化方向与接收天线的极化方向不一致时，在接收过程中通常都要产生极化损失，例如：当用圆极化天线接收任一线极化波，或用线极化天线接收任一圆极化波时，都要产生 3 分贝的极化损失，即只能接收到来波的一半能量；

当接收天线的极化方向（例如水平或右旋圆极化）与来波的极化方向（相应为垂直或左旋圆极化）完全正交时，接收天线也就完全接收不到来波的能量，这时称来波与接收天线极化是隔离的。

1.6 (极化)隔离

隔离代表馈送到一种极化的信号在另外一种极化中出现的比例



第一章 无线电波和超短波的基本知识

- 第一节 无线电波的基本知识
- 第二节 超短波的基本知识





第一章 无线电波和超短波的基本知识

2 超短波的传播

无线电波的波长不同，传播特点也不完全相同。目前GSM和CDMA移动通信使用的频段都属于UHF（特高频）超短波段，其高端属于微波。

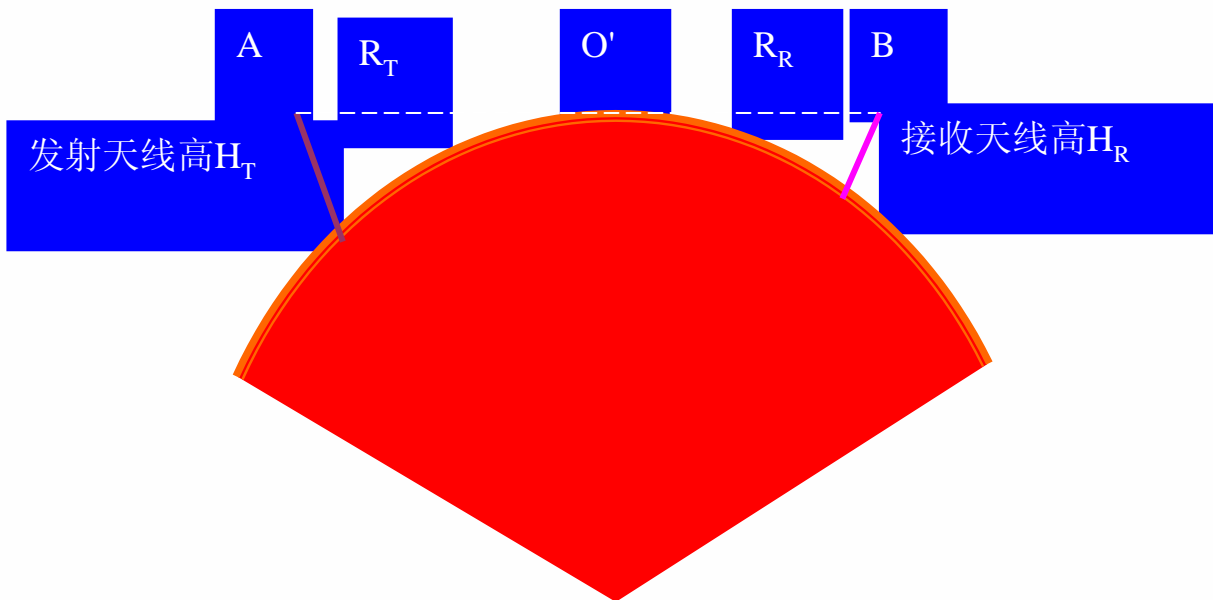
2.1 超短波和微波的视距传播

超短波和微波的频率很高，波长较短，它的地面波衰减很快。因此也不能依靠地面波作较远距离的传播，它主要是由空间波来传播的。

第一章 无线电波和超短波的基本知识

直视距离和发射天线以及接收天线的高度有关系，并受到地球曲率半径的影响。
由简单的几何关系式可知

$$AB=3.57(H_T^{1/2} +H_R^{1/2})(公里)$$





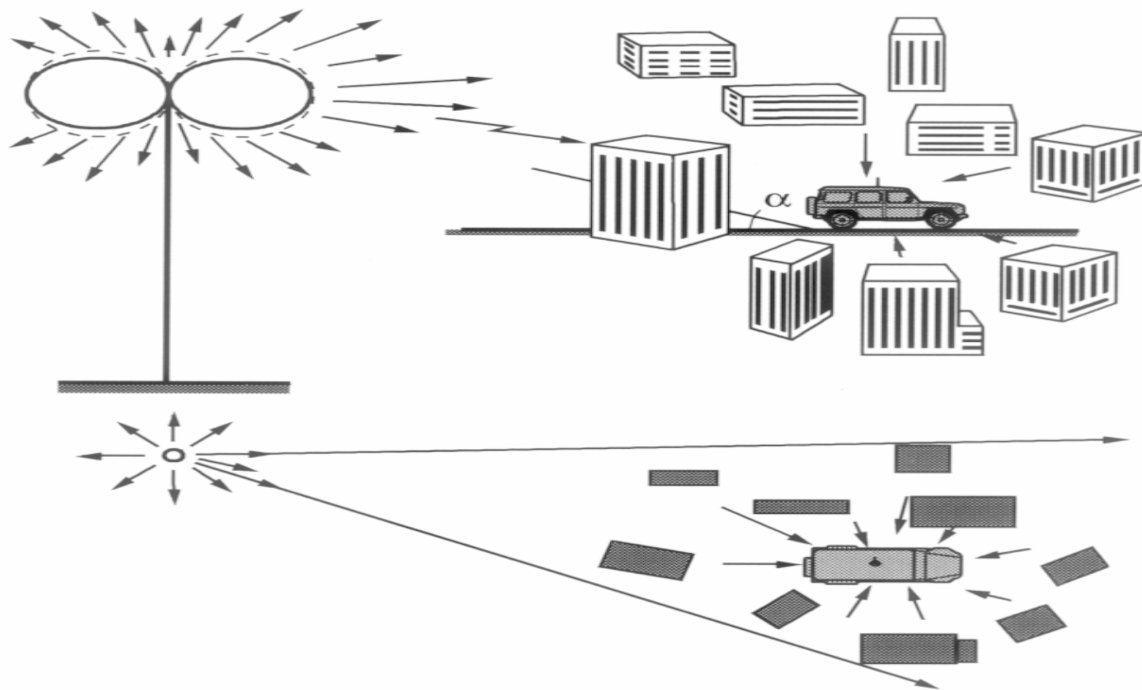
第一章 无线电波和超短波的基本知识

2.2 电波的多径传播

电波除了直接传播外，遇到障碍物，例如，山丘、森林、地面或楼房等高大建筑物，还会产生反射。因此，到达接收天线的超短波不仅有直射波，还有反射波，这种现象就叫多径传输。

由于多途径传播使得信号场强分布相当复杂，波动很大；也由于多径传输的影响，会使电波的极化方向发生变化，因此，有的地方信号场强增强，有的地方信号场强减弱。另外，不同的障碍物对电波的反射能力也不同。

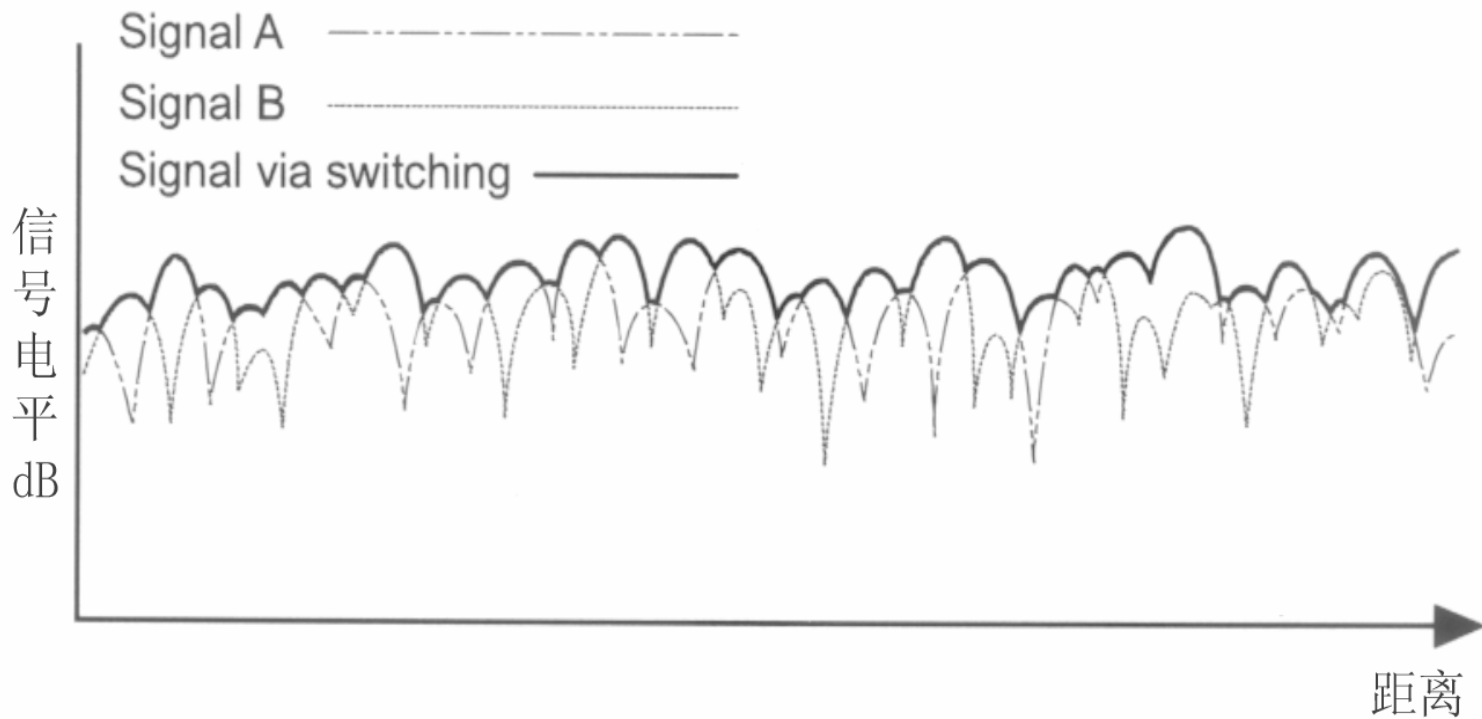
多径传播与反射





第一章 无线电波和超短波的基本知识

用分集接收改善信号电平





第一章 无线电波和超短波的基本知识

2.3 电波的绕射传播

电波在传播途径上遇到障碍物时，总是力图绕过障碍物，再向前传播。这种现象叫做电波的绕射。超短波的绕射能力较弱，在高大建筑物后面会形成所谓的“阴影区”。

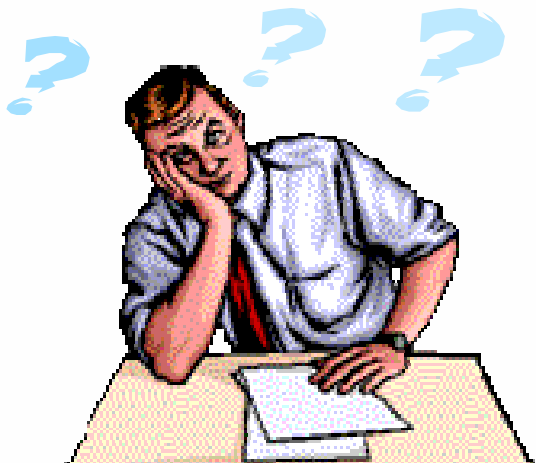
信号质量受到影响的程度不仅和接收天线距建筑物的距离及建筑物的高度有关，还和频率有关。

也就是说，频率越高，建筑物越高、越近，影响越大。相反，频率越低，建筑物越矮、越远，影响越小。

因此，架设天线选择基站场地时，必须按上述原则来考虑对绕射传播可能产生的各种不利因素，并努力加以避免。

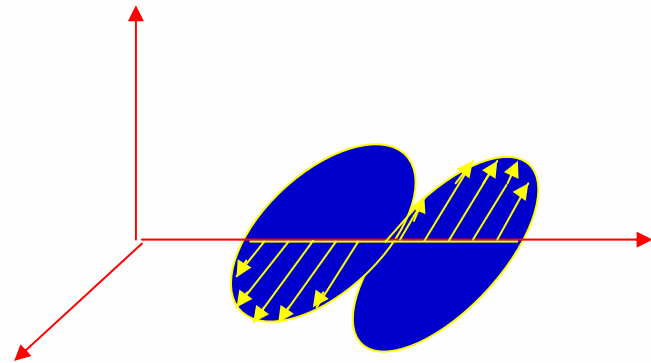
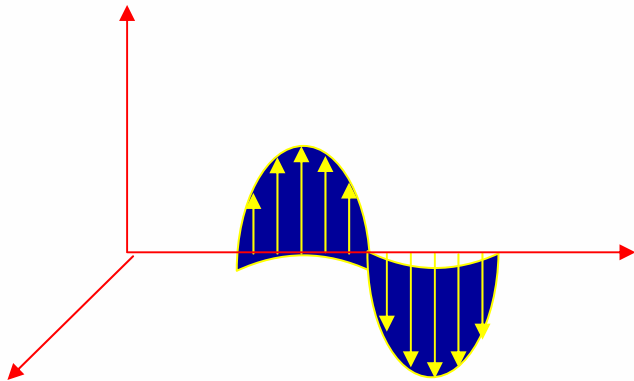
问题

- ★无线电波的概念是什么？
- ★无线电波的波长、频率和传播速度的关系？
- ★解释无线电波的绕射现象？
- ★水平极化波和垂直极化波的区别是什么？（请图示）



- ☛ 无线电波是一种能量传输形式，在传播过程中，电场和磁场在空间是相互垂直的，同时这两者又都垂直于传播方向。
- ☛ 可用式 $\lambda = V / f$ 表示。在公式中， V 为速度，单位为米/秒； f 为频率，单位为赫芝； λ 为波长，单位为米。由上述关系式不难看出，同一频率的无线电波在不同的媒质中传播时，速度是不同的，因此波长也不一样。
- ☛ 电波在传播途径上遇到障碍物时，总是力图绕过障碍物，再向前传播。这种现象叫做电波的绕射。

- 无线电波在空间传播时，其电场方向是按一定的规律而变化的，这种现象称为无线电波的极化。无线电波的电场方向称为电波的极化方向。如果电波的电场方向垂直于地面，我们就称它为垂直极化波。如果电波的电场方向与地面平行，则称它为水平极化波。

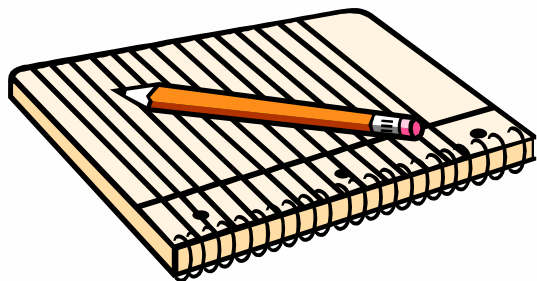


小结

- 本章介绍了无线电波和超短波的基本知识，其中主要包括的内容有：无线电波的概念、无线电波的极化、天线的概念、天线的极化、圆极化波、极化损失、极化隔离、超短波和微波的视距传播、电波的多径传播、电波的绕射传播等方面的内容。
- 通过对本章的学习，应该对无线电波和超短波的特性有一定的了解，掌握这部分和天线相关的知识。同时，通过课后习题的学习，可以对这部分的知识加以巩固。

课程内容

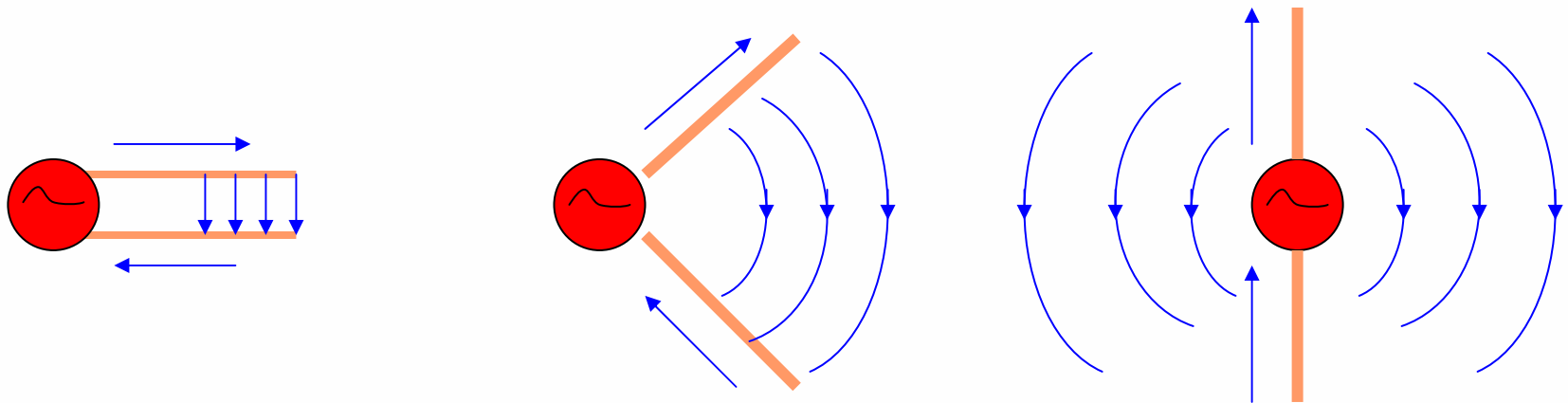
- 第一章 无线电波和超短波的基本知识
- 第二章 天线辐射电磁波的基本原理
- 第三章 天线传输线的概念介绍
- 第四章 基站天馈系统



第二章 天线辐射电磁波的基本原理

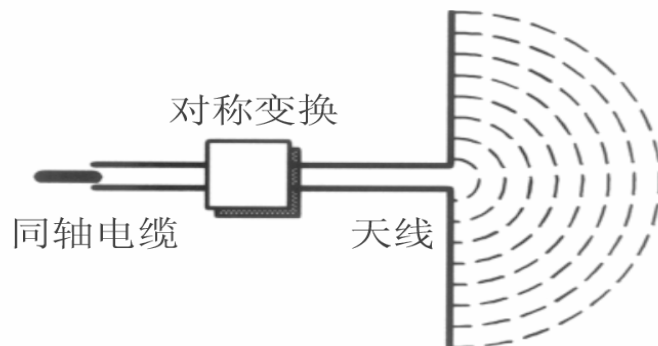
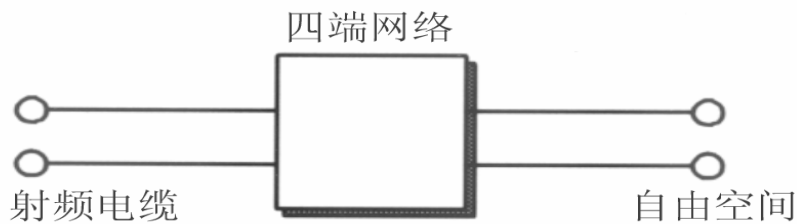
导线载有交变电流时，就可以形成电磁波的辐射，辐射的能力与导线的长短和形状有关。

当导线的长度增大到可与波长相比拟时，导线上的电流就大大增加，因而就能形成较强的辐射。通常将上述能产生显著辐射的直导线称为振子。



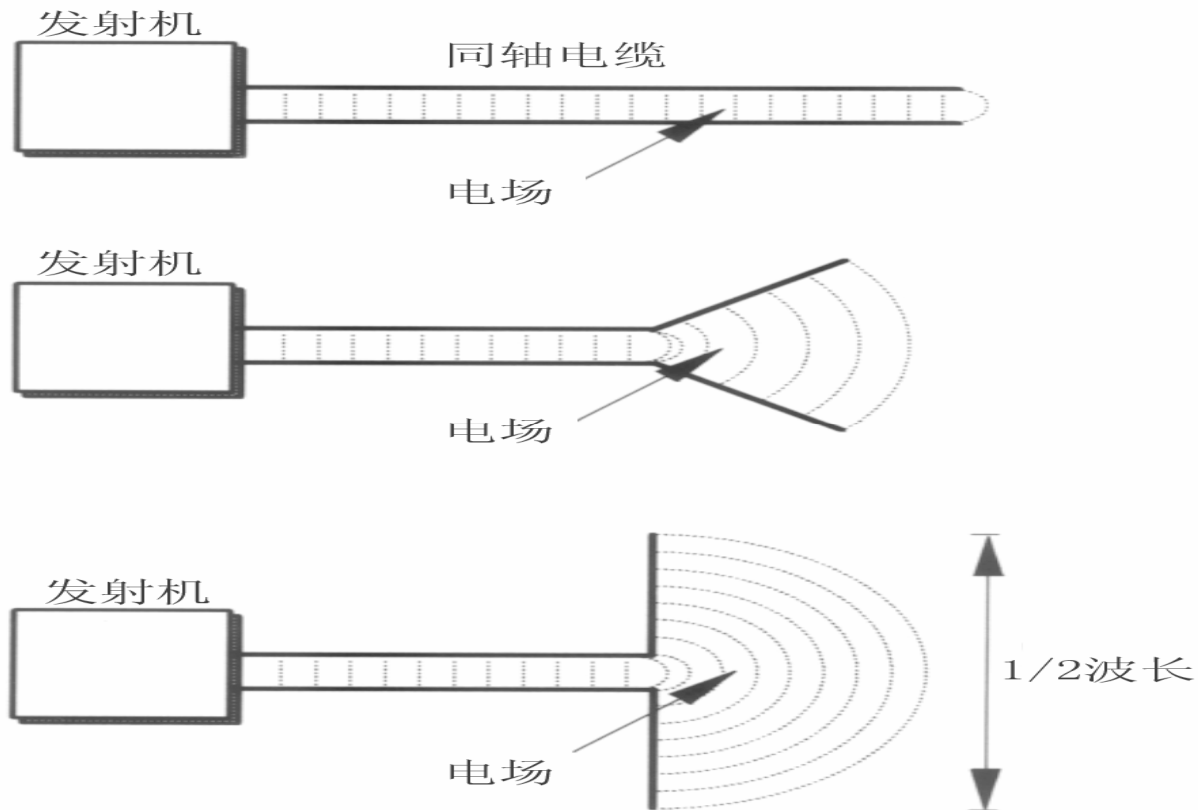
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

天线可视为一个四端网络



第二章 天线辐射电磁波的基本原理

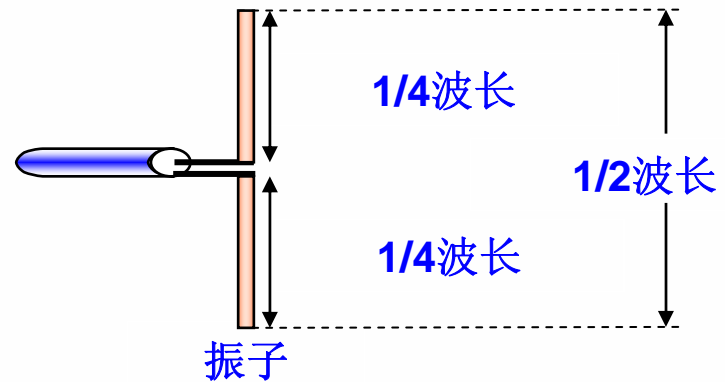
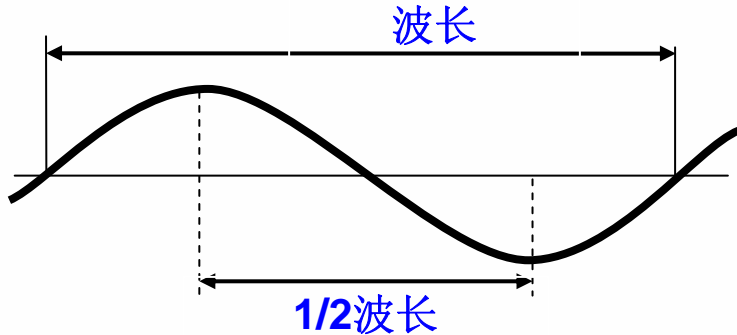
同轴线变化为天线



第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.1 对称振子（半波振子）

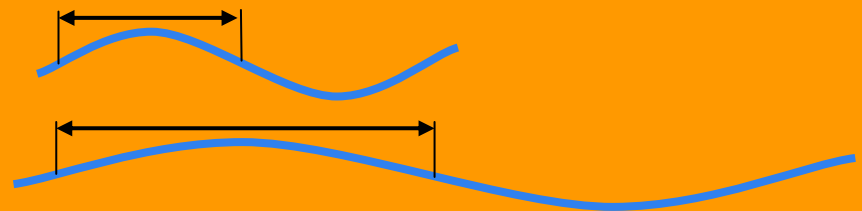
两臂长度相等的振子叫做对称振子，也叫半波振子。



一个1/2波长的对称振子在

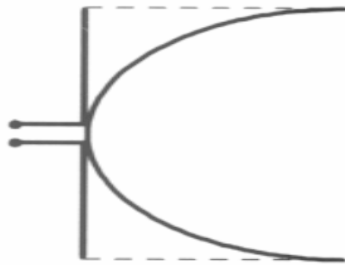
800MHz 约 200mm长

400MHz 约 400mm长

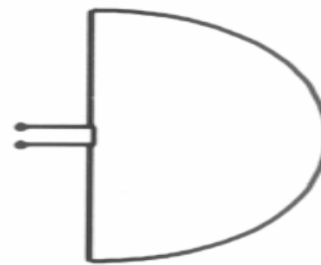


第二章 天线辐射电磁波的基本原理

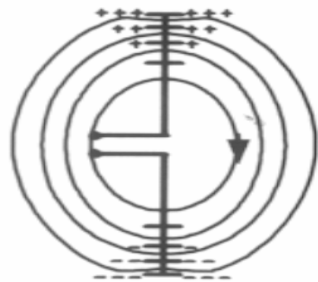
对称振子上的场分布



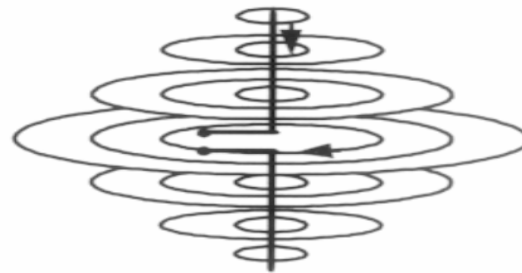
电压分布



电流分布



电场分布



磁场分布



第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.2 天线的输入阻抗

天线和馈线的连接端，即馈电点两端感应的信号电压与信号电流之比，称为天线的输入阻抗。输入阻抗有电阻分量和电抗分量。输入阻抗的电抗分量会减少从天线进入馈线的有效信号功率。因此，必须使电抗分量尽可能为零，使天线的输入阻抗为纯电阻。

输入阻抗与天线的结构和工作波长有关，基本半波振子，即由中间对称馈电的半波长导线，其输入阻抗为 $(73.1 + j 42.5)$ 欧姆。



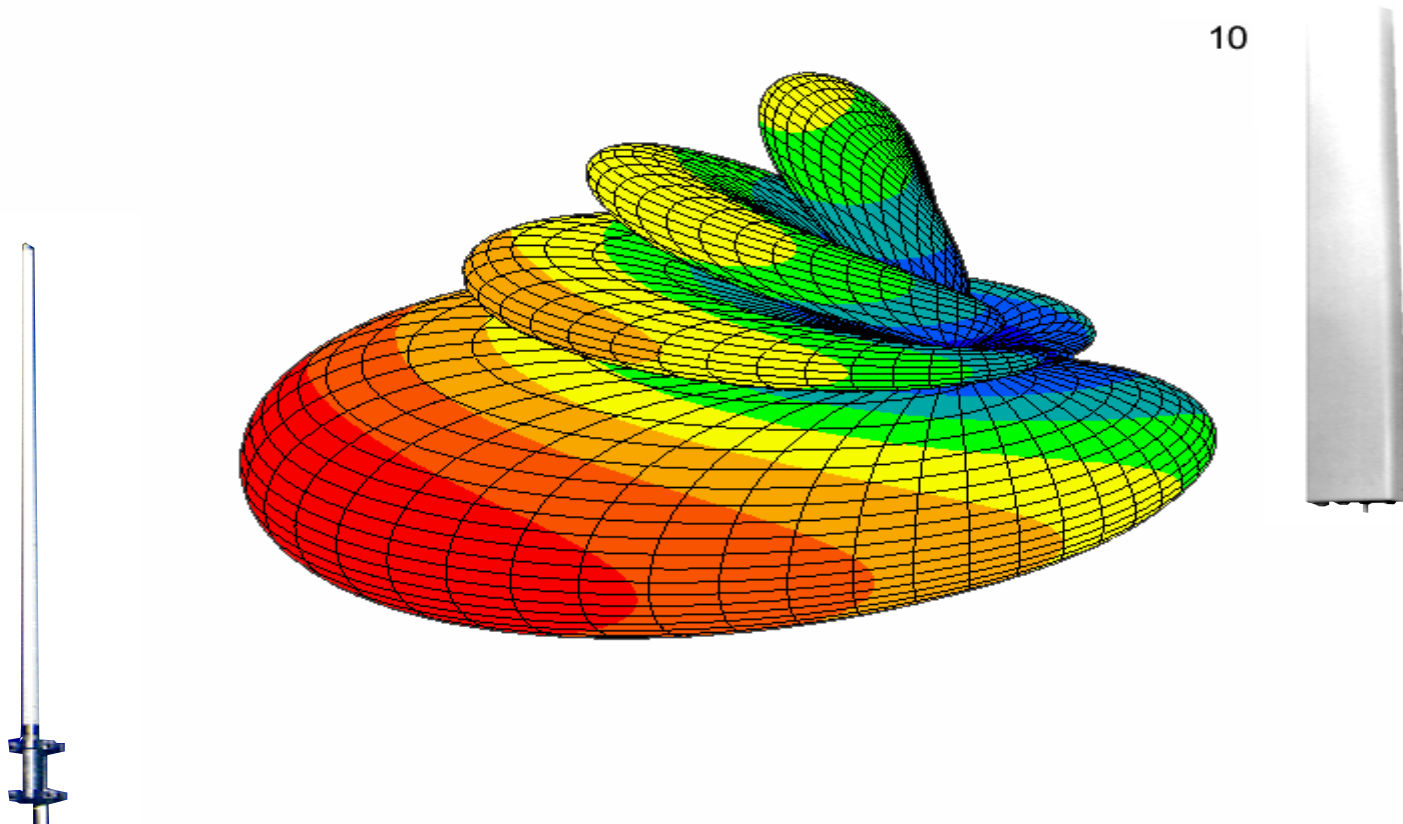
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.3 天线的方向性

天线的方向性是指天线向一定方向辐射电磁波的能力。对于接收天线而言，方向性表示天线对不同方向传来的电波所具有的接收能力。天线的方向性的特性曲线通常用方向图来表示。

方向图可用来说明天线在空间各个方向上所具有的发射或接收电磁波的能力。

天线方向图





第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.4 天线的工作频率范围(带宽)

无论是发射天线还是接收天线，它们总是在一定的频率范围内工作的，通常，工作在中心频率时天线所能输送的功率最大，偏离中心频率时它所输送的功率都将减小，据此可定义天线的频率带宽。

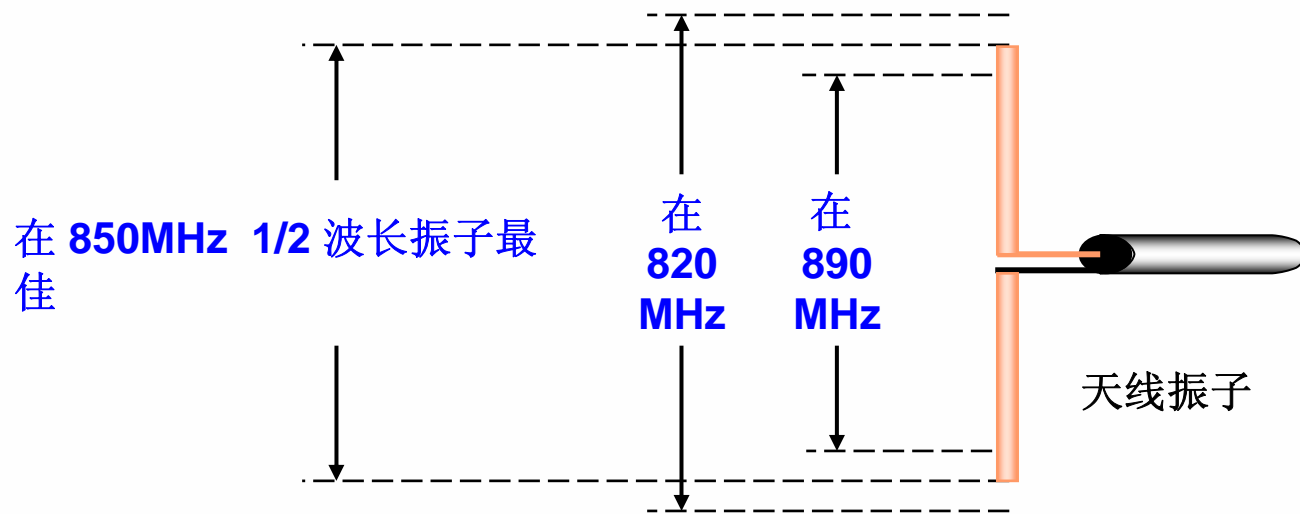
有几种不同的定义：

- 一种是指天线增益下降三分贝时的频带宽度；
- 另一种是指在规定的驻波比下天线的工作频带宽度。

第二章 天线辐射电磁波的基本原理

当天线的工作波长不是最佳时天线性能要下降

在天线工作频带内,天线性能下降不多,仍然是可以接受的。



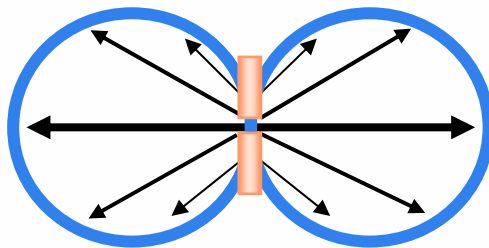
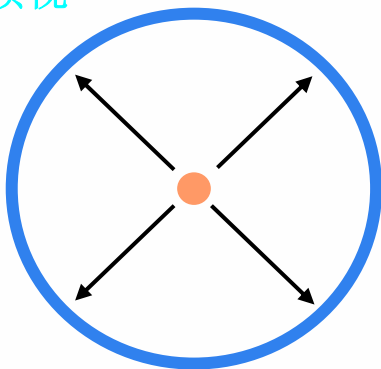
在 820 MHz 1/2 波长为~ 180mm, 在890 MHz 为~ 170mm

175mm对~ 850MHz 将是最佳的

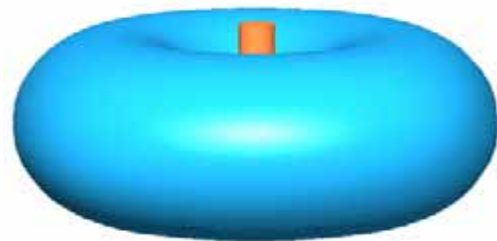
该天线的频带宽度 = $890 - 820 = 70\text{MHz}$

2.5 天线的功能：控制辐射能量的去向

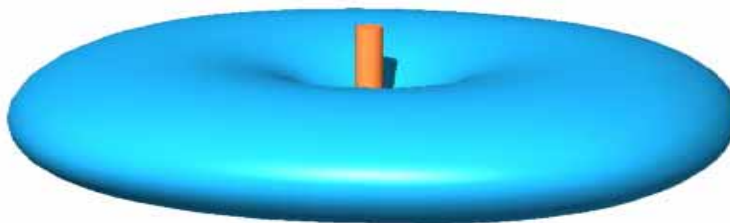
顶视



侧视

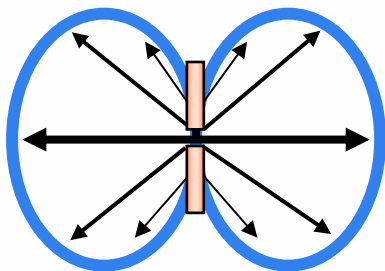


在地平面上，为了把信号集中到所需要的地方，要求把“面包圈”压成扁平的。

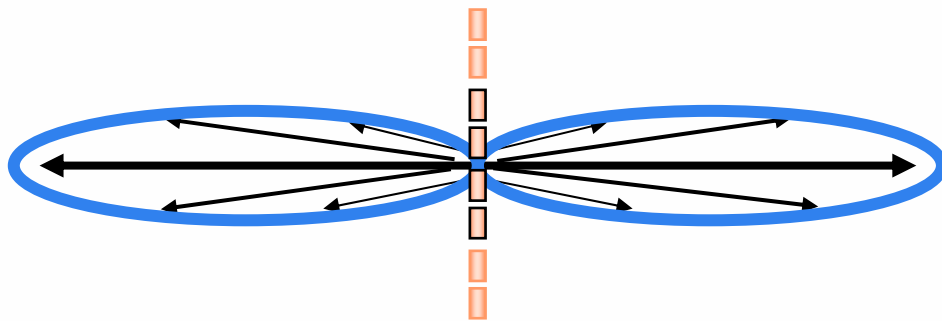


第二章 天线辐射电磁波的基本原理

对称振子组阵能够控制辐射能构成“扁平的面包圈”

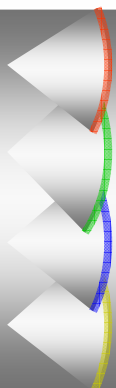
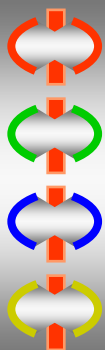


一个对称台振子
假设在接收机中有**1mW**功率



在阵中有**4**个对称振子
在接收机中就有**4 mW**功率

在这儿增益 = $10\log(4\text{mW}/1\text{mW}) = 6\text{dBd}$

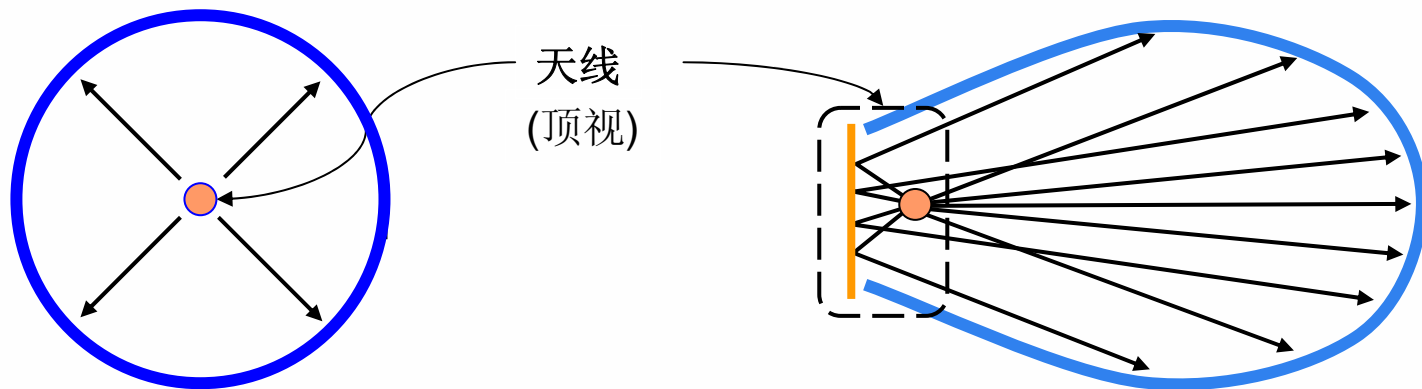


更加集中的信号

第二章 天线辐射电磁波的基本原理

利用反射板可把辐射能控制聚焦到一个方向

反射面放在阵列的一边构成扇形覆盖天线

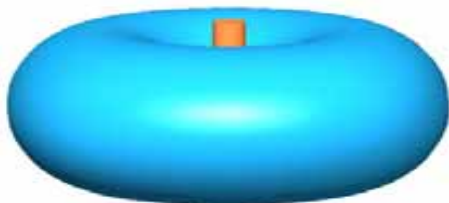


全向阵”
例如在接收机中为4mW功率

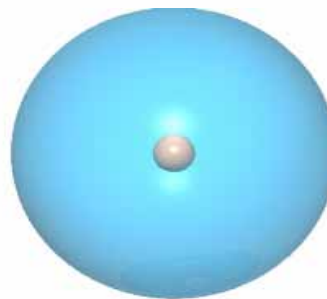
“扇形覆盖天线”
将在接收机中有8mW功率

在我们的“扇形覆盖天线”中，反射面把功率聚焦到一个方向进一步提高了增益
这里，“扇形覆盖天线”与单个对称振子相比的增益为 $10\log(8\text{mW}/1\text{mW}) = 9\text{dBd}$

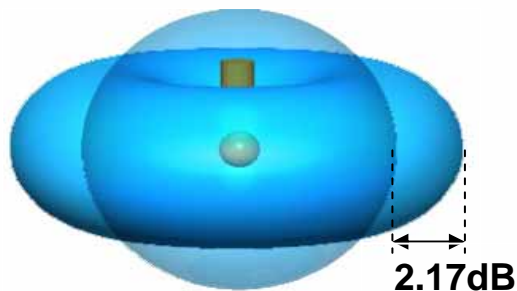
2.6 dBd 和 dBi的区别



一个单一对称振子 **dipole** 具有面包圈形的方向图辐射



一个各向同性 **isotropic** 的辐射器在所有方向具有相同的辐射



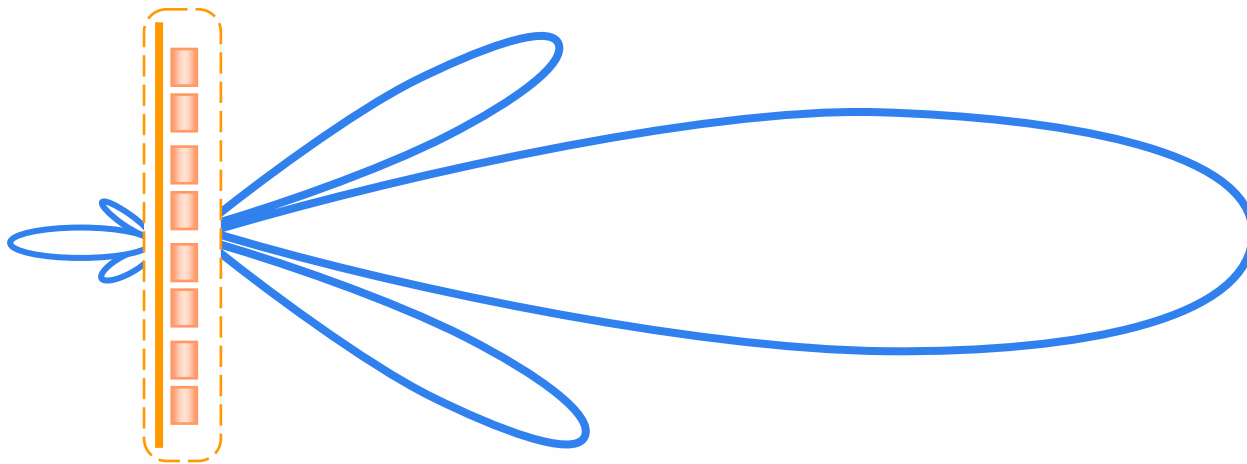
对称振子的增益为 **2.17dB**

一个天线与对称振子相比较的增益用“**dBd**”表示
一个天线与各向同性辐射器相比较的增益用“**dBi**”表示
例如: **3dBd = 5.17dBi**

第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.7 前后比

方向图中，前后瓣最大电平之比称为前后比。



后向功率

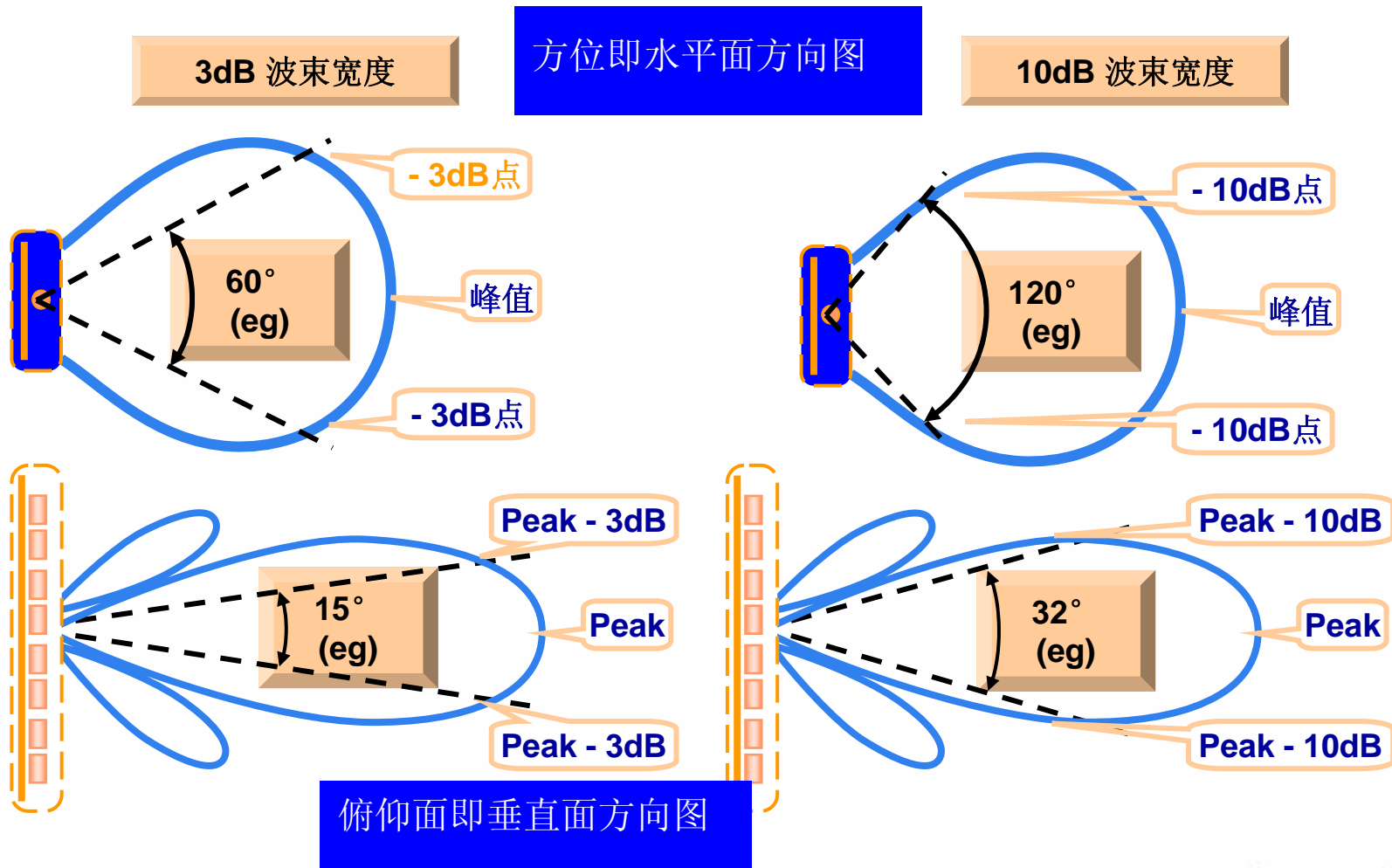
前向功率

以dB表示的前后比 = $10 \log \frac{\text{前向功率}}{\text{反向功率}}$ 典型值为 **25dB** 左右

目的是有一个尽可能小的反向功率

第二章 天线辐射电磁波的基本原理

2.8 波束宽度



2.9 天线增益与方向图的关系

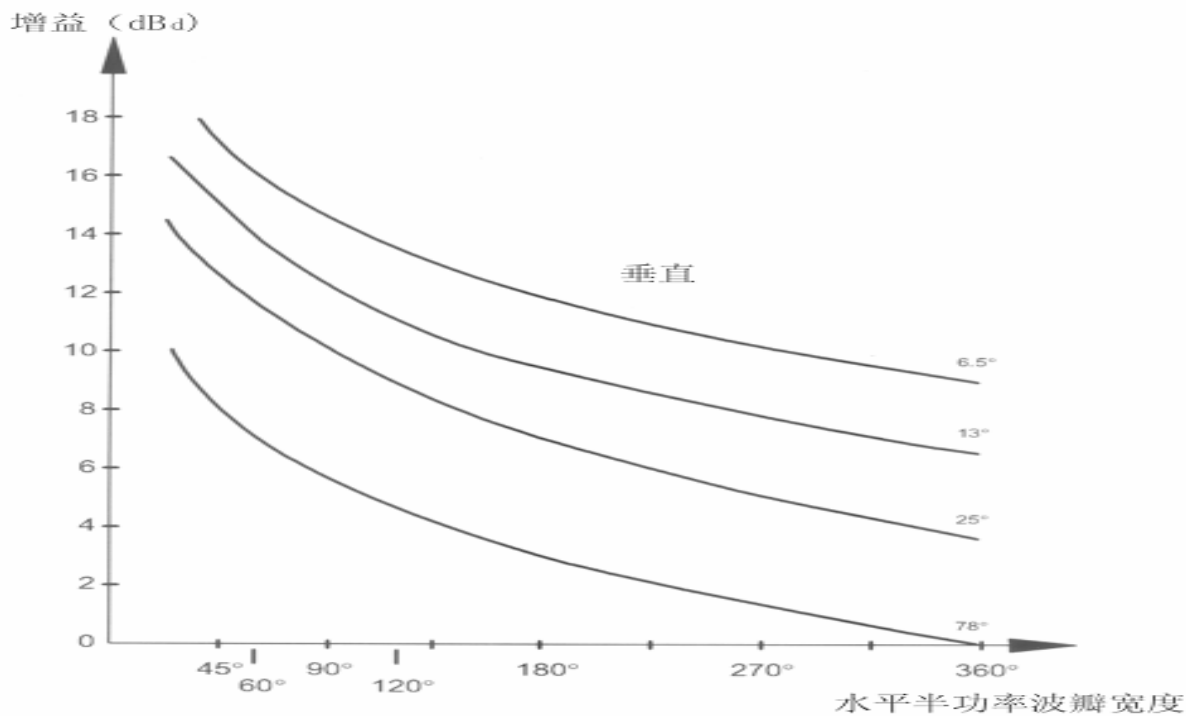
一般说来，天线的主瓣波束宽度越窄，天线增益**G**越高。
当旁瓣电平及前后比正常的情况下，可用下式近似表示

$$G_a = 32600 / (\beta \eta)$$

其中，**G_a**为天线增益（为倍数，计算时要换算成dB值）
β为垂直半功率角，**η**为水平半功率角。

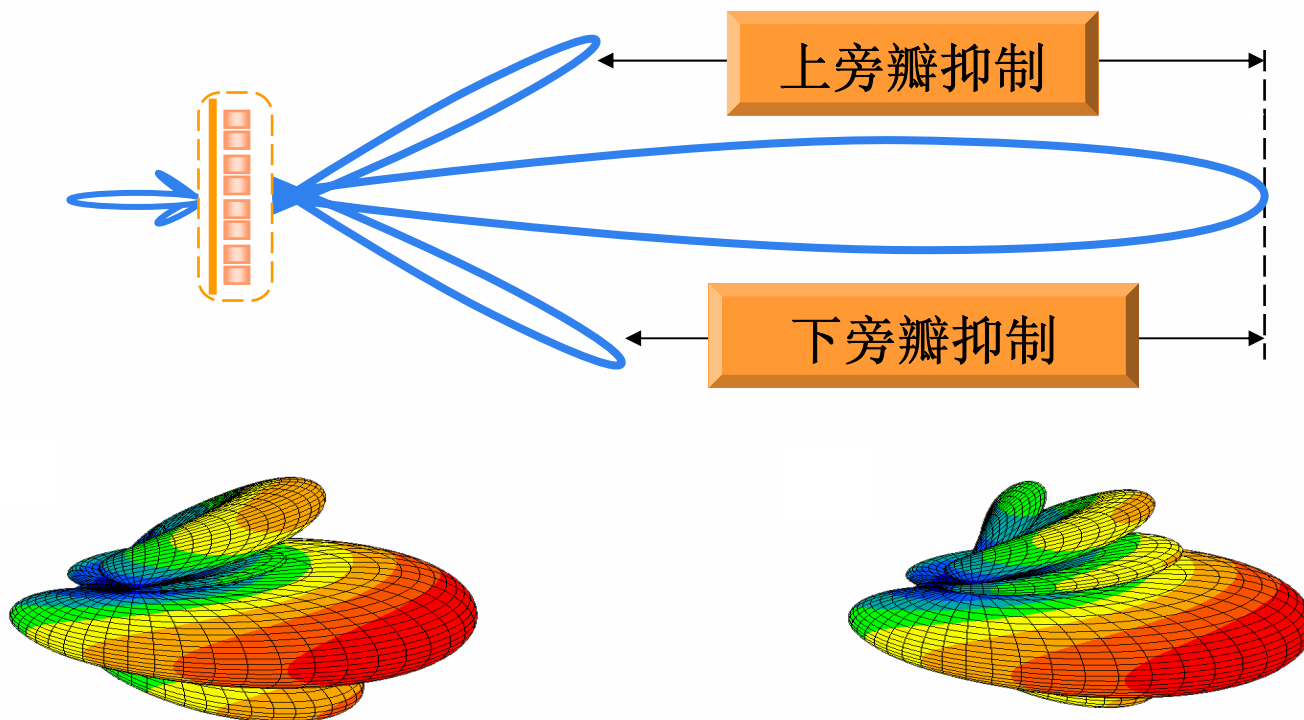
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

天线增益与方向图半功率波瓣宽度关系曲线



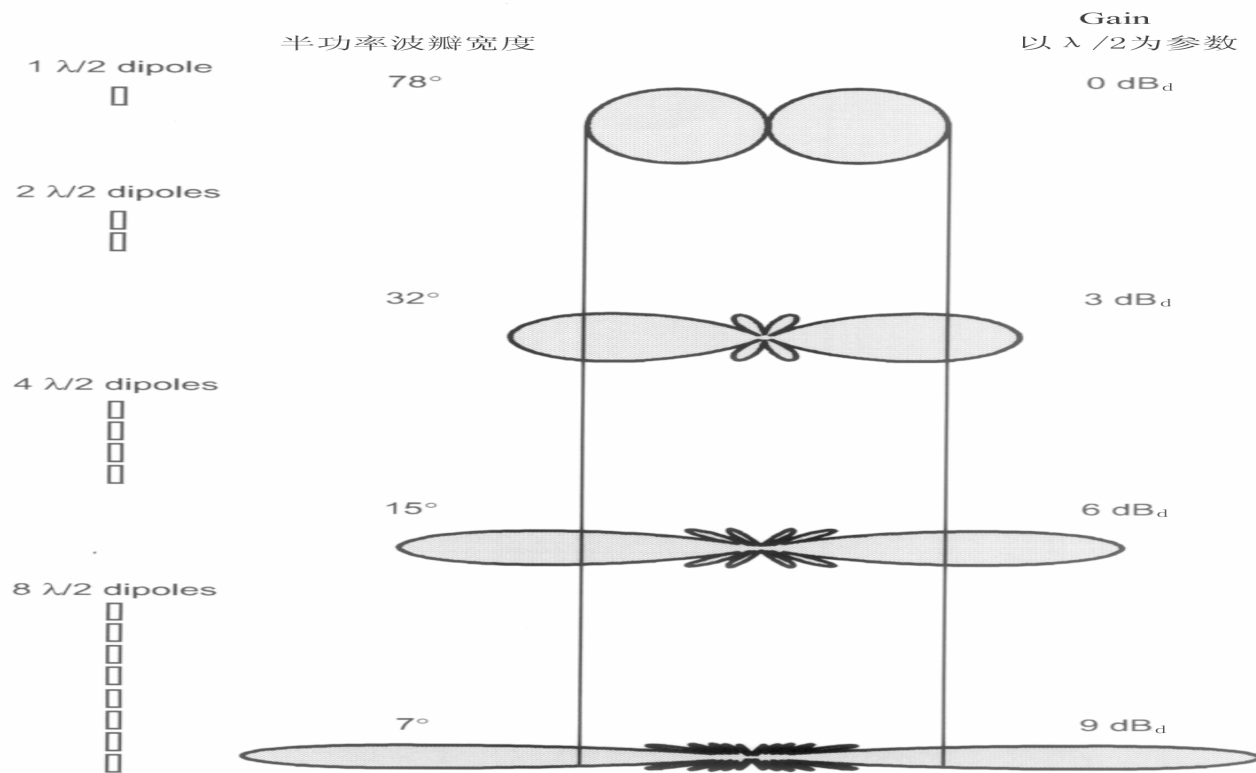
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

方向图旁瓣显示



第二章 天线辐射电磁波的基本原理

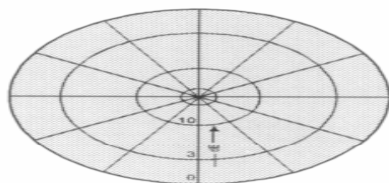
全向天线增益与垂直波瓣宽度



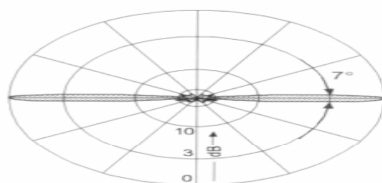
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

9dBd全向天线

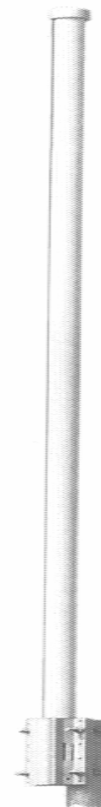
辐射图



水平



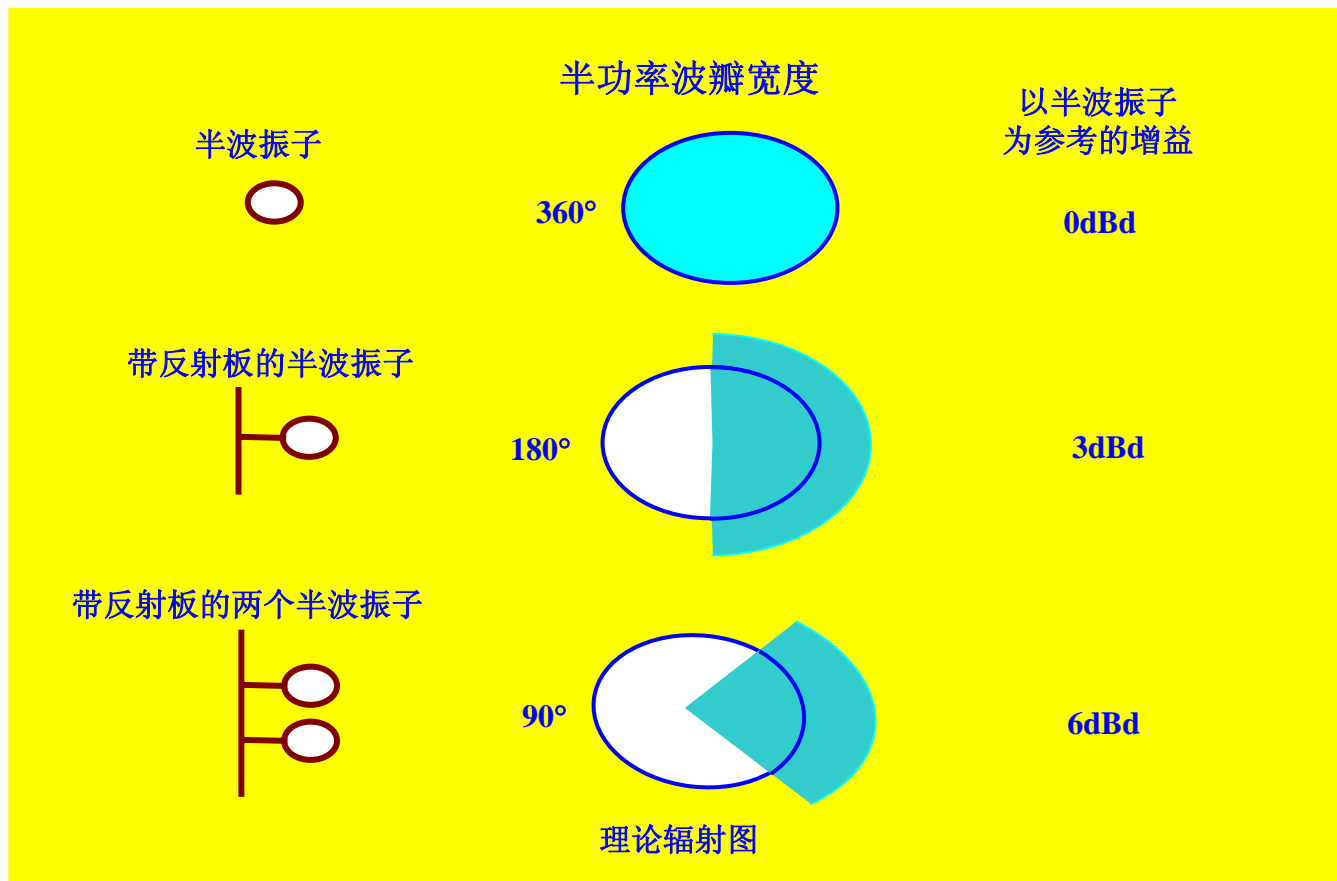
垂直



870 - 960 MHz

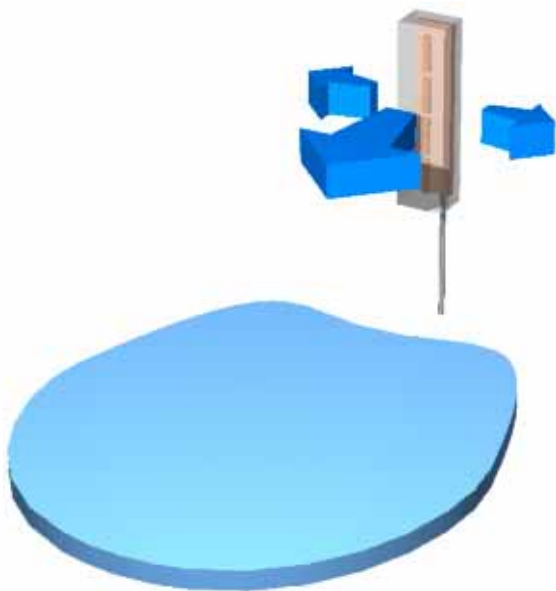
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

板状天线增益与水平波瓣宽度

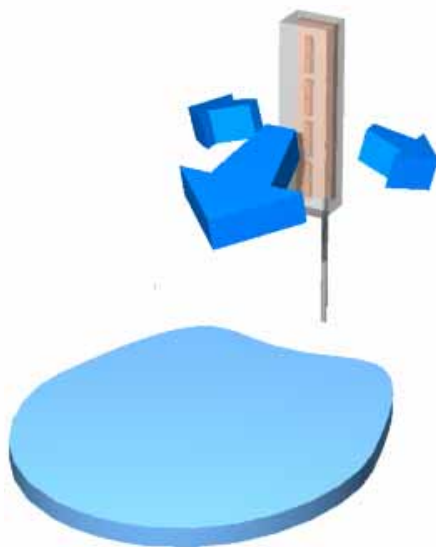


2.10 天线波束的下倾

为使波束指向朝向地面



无下倾



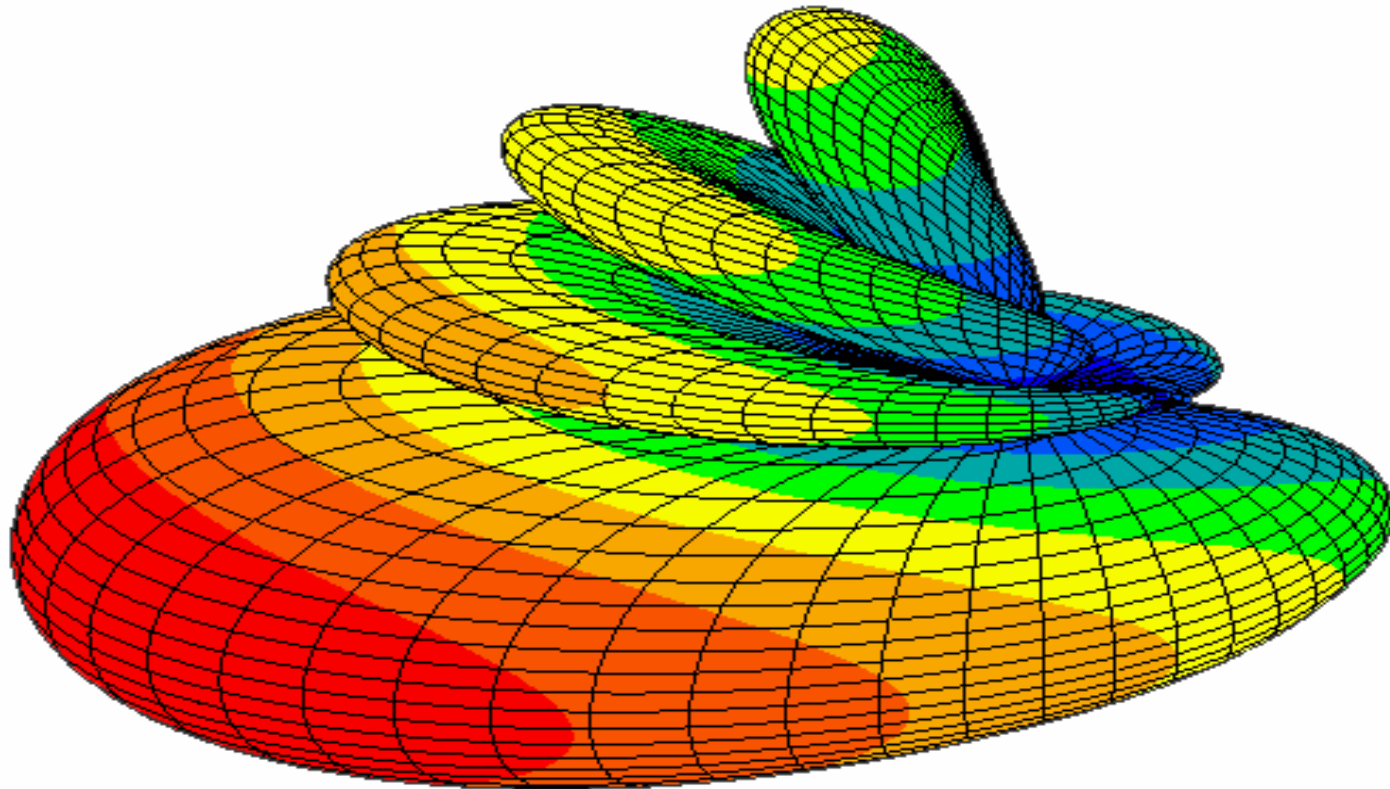
电下倾



机械下倾

天线波束下倾的演示

10

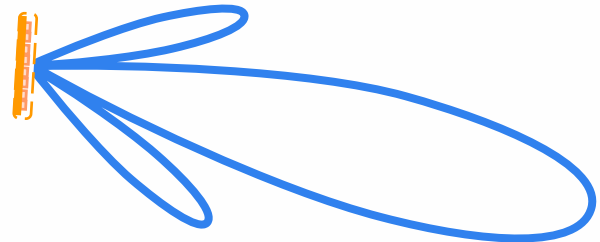
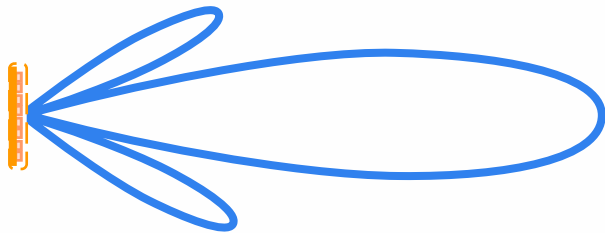


第二章 天线辐射电磁波的基本原理

波束下倾

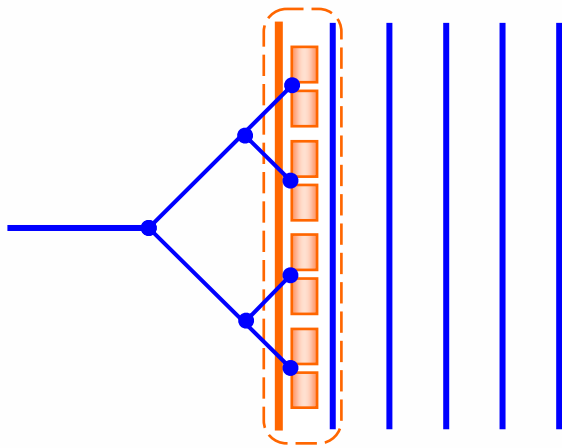
用于：控制覆盖、减小交调

两种方法:机械下倾、电下倾

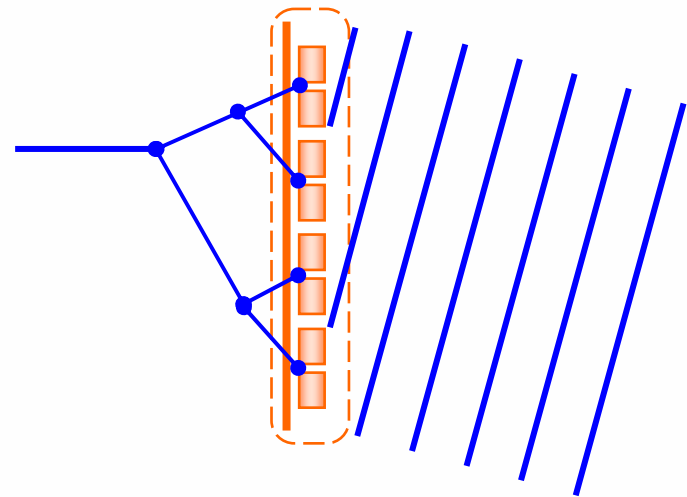


第二章 天线辐射电磁波的基本原理

电下倾的产生



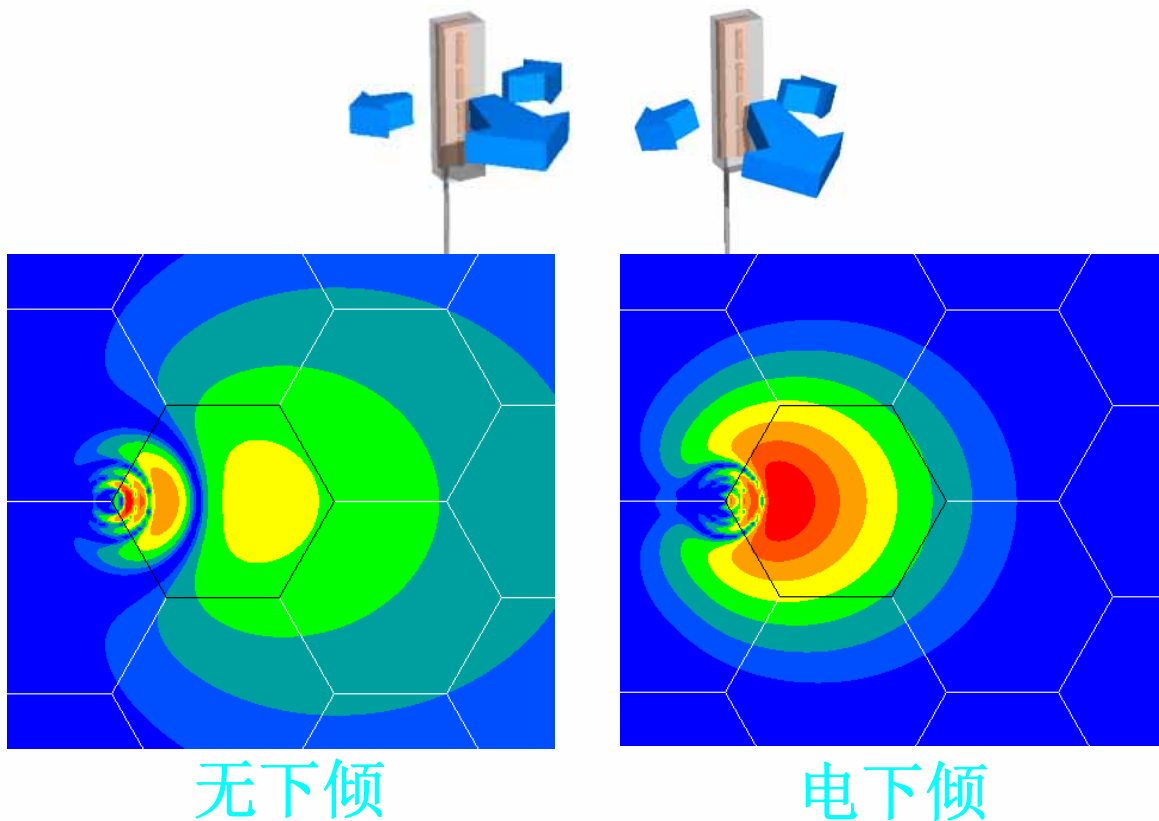
无下倾时
在馈电网络中
路径长度相等



有下倾时
在馈电网络中
路径长度不相等

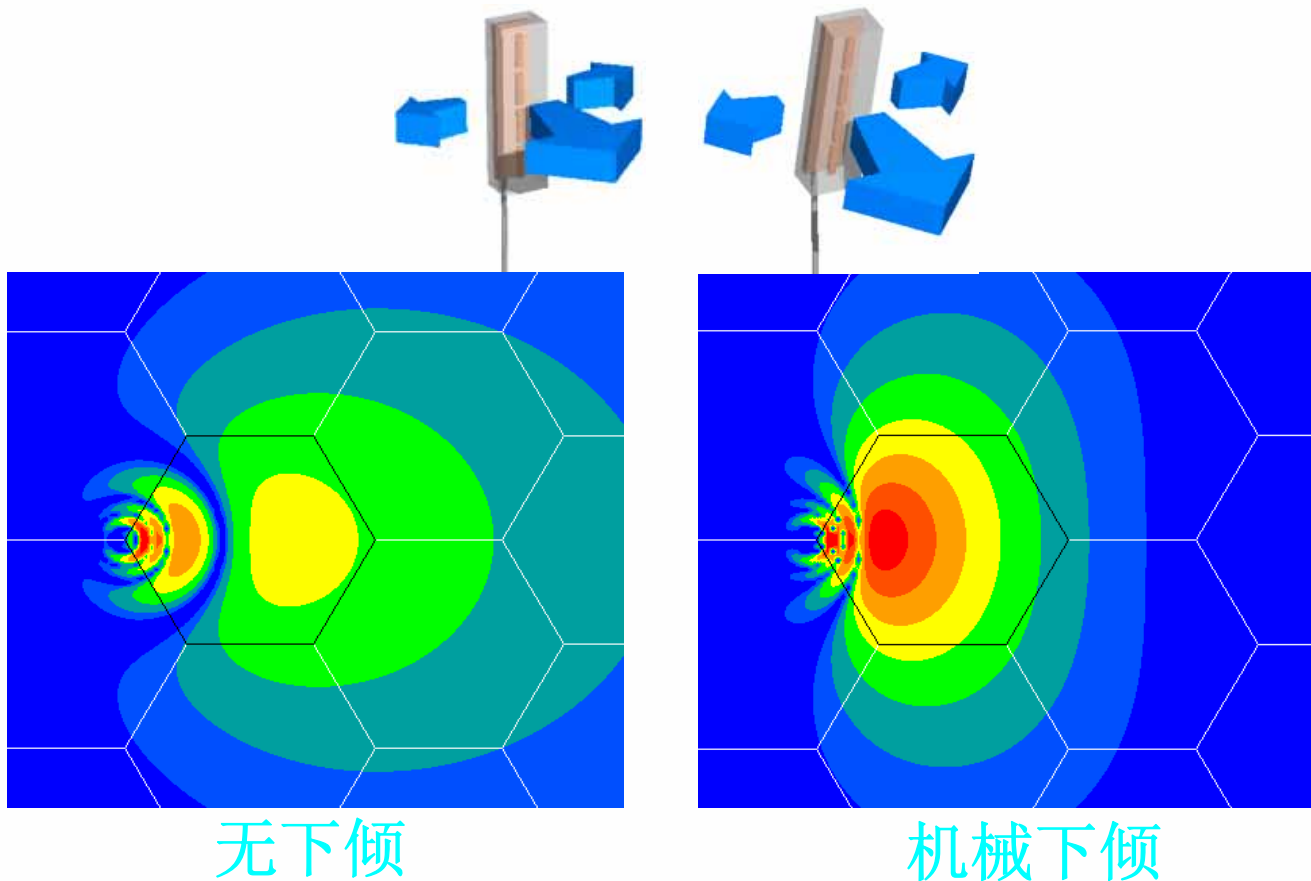
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

电下倾情况下的波束覆盖



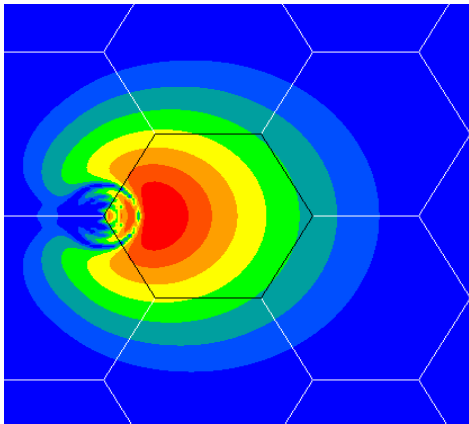
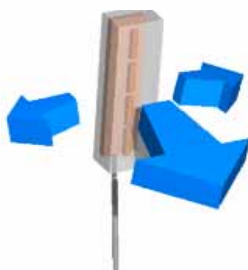
第二章 天线辐射电磁波的基本原理

机械下倾情况下的波束覆盖

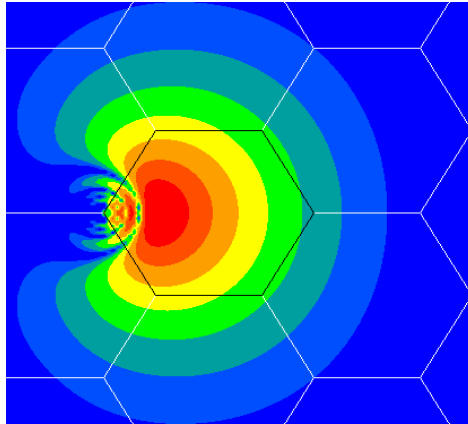


第二章 天线辐射电磁波的基本原理

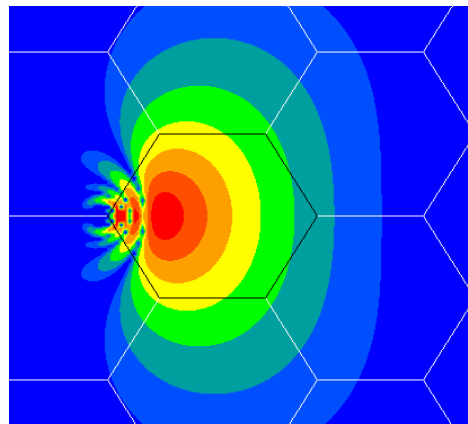
下倾方法的比较



10° 电下倾

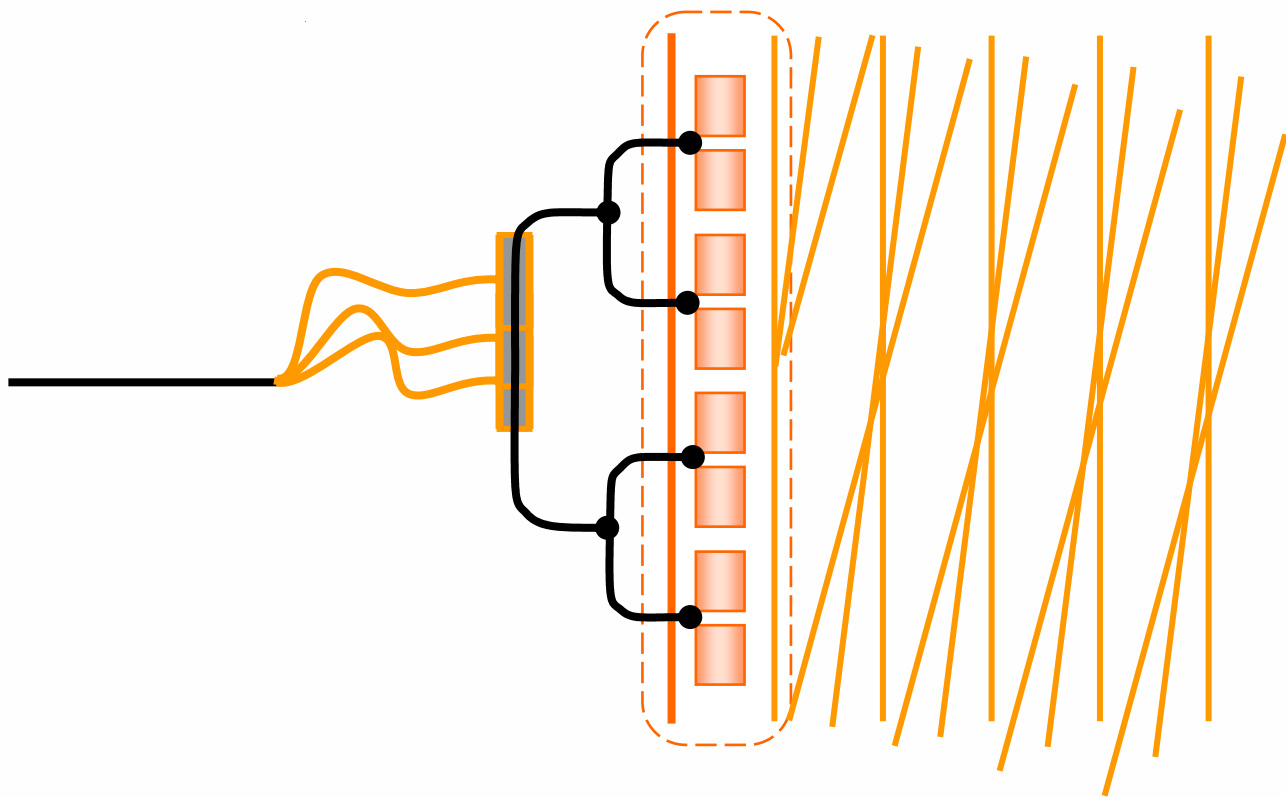


6° 电下倾
+ 4° 机械下倾



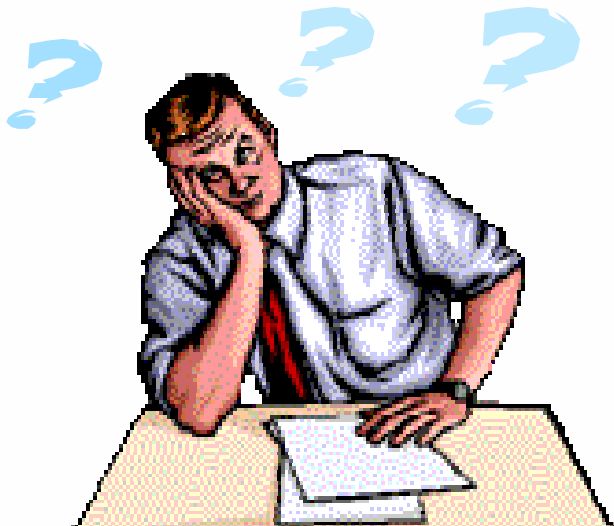
10° 机械下倾

如何实现可变电下倾



问题

- 输入阻抗的定义是什么？
- 波束下倾有哪两种方法？
- 增益的概念是什么？
- **dBd**与**dBi**的区别是什么？



☎ 天线和馈线的连接端，即馈电点两端感应的信号电压与信号电流之比，称为天线的输入阻抗。

☎ 分为机械下倾和电下倾两种情况

☎ 增益是指在输入功率相等的条件下，实际天线与理想的辐射单元在空间同一点处所产生的场强的平方之比，即功率之比。

☎ 一个天线与对称振子相比较的增益、用“**dBd**”表示。一个天线与各向同性辐射器相比较的增益、用“**dBi**”表示。例如：**3dBd = 5.17dBi**



- 本章介绍了天线辐射电磁波方面的基本知识，其中主要包括的内容有：对称振子、天线的输入阻抗、天线的方向性、天线的工作频率范围、天线的功能、前后比、波瓣宽度、天线增益与方向图的关系、波束下倾和**dbd**与**dbi**的区别等方面的内容。
- 通过对本章的学习，应该对天线辐射电磁波方面的知识有一定的了解，掌握这部分和天线相关的知识。同时，通过课后习题的学习，可以对这部分的知识加以巩固。

课程内容

- 第一章 无线电波和超短波的基本知识
- 第二章 天线辐射电磁波的基本原理
- 第三章 天线传输线的概念介绍
- 第四章 基站天馈系统





第三章 无线传输线的概念介绍

连接天线和发射（或接收）机输出（或输入）端的导线称为传输线或馈线。传输线的主要任务是有效地传输信号能量。因此它应能将天线接收的信号以最小的损耗传送到接收机输入端，或将发射机发出的信号以最小的损耗传送到发射天线的输入端，同时它本身不应拾取或产生杂散干扰信号。这样，就要求传输线必须屏蔽或平衡。

当传输线的几何长度等于或大于所传送信号的波长时就叫做长传输线，简称长线。



第三章 无线传输线的概念介绍

3.1 传输线的种类

超短波段的传输线一般有两种：平行线传输线和同轴电缆传输线（微波传输线有波导和微带等）。

平行线传输线通常由两根平行的导线组成。它是对称式或平衡式的传输线。这种馈线损耗大，不能用于UHF频段。

同轴电缆传输线的两根导线为芯线和屏蔽铜网，因铜网接地，两根导体对地不对称，因此叫做不对称式或不平衡式传输线。



第三章 无线传输线的概念介绍

3.2 传输线的特性阻抗

无限长传输线上各点电压与电流的比值等于特性阻抗，用符号 Z_0 表示。

同轴电缆的特性阻抗

$$Z_0 = \left(138 / \epsilon_r^{1/2} \right) \times \log(D/d) \text{ 欧姆。}$$

通常 $Z_0 = 50$ 欧姆/或 75 欧姆

在公式中， D 为同轴电缆外导体铜网内径；

d 为其芯线外径；

ϵ_r 为导体间绝缘介质的相对介电常数。



第三章 无线传输线的概念介绍

3.3 馈线衰减常数

信号在馈线里传输，除有导体的电阻损耗外，还有绝缘材料的介质损耗。这两种损耗随馈线长度的增加和工作频率的提高而增加。因此，应合理布局尽量缩短馈线长度。损耗的大小用衰减常数表示。单位用分贝（dB）/米或分贝/百米表示。

这里顺便再说明一下分贝的概念，当输入功率为 P_0 。输出功率为 P 时，传输损耗可用 γ 表示，

$$\gamma \text{ (dB)} = 10 \times \log(P_0 / P) \text{ (分贝)}。$$



第三章 无线传输线的概念介绍

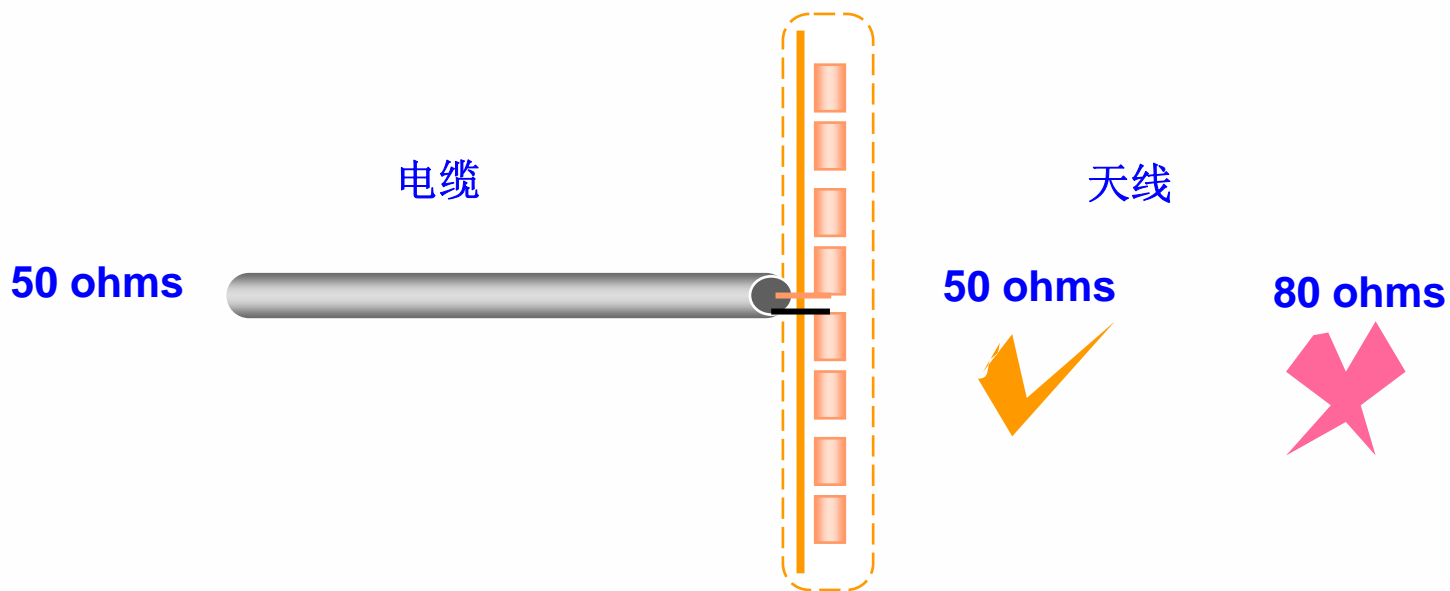
3.4 匹配的概念

什么叫匹配？我们可简单地认为，馈线终端所接负载阻抗 Z 等于馈线特性阻抗 Z_0 时，称为馈线终端是匹配连接的。

在实际工作中，天线的输入阻抗还会受周围物体存在和杂散电容的影响。为了使馈线与天线严格匹配，在架设天线时还需要通过测量，适当地调整天线的结构，或加装匹配装置。

第三章 无线传输线的概念介绍

匹配和失配例

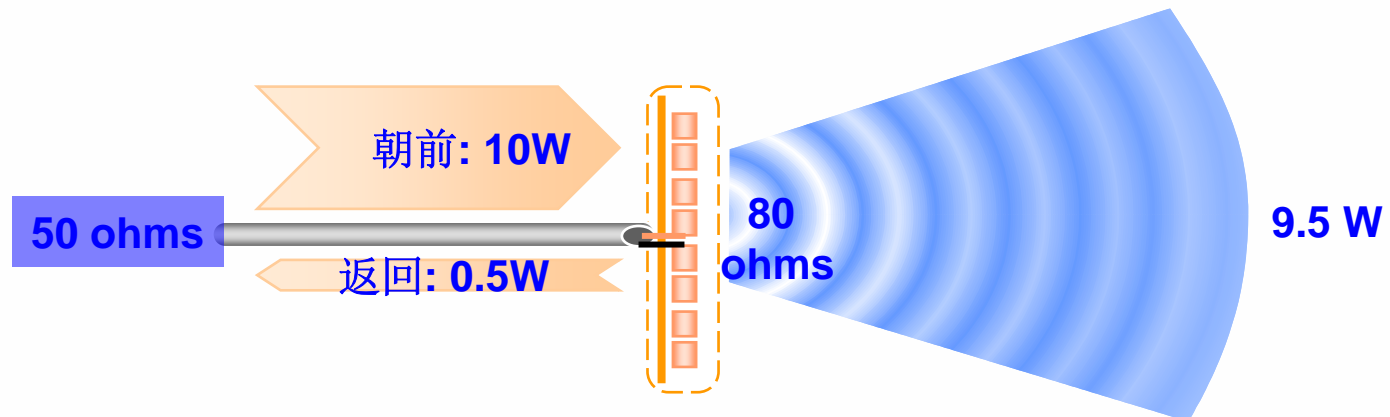


要获得良好的电性能阻抗必须匹配

第三章 无线传输线的概念介绍

3.5 反射损耗

当馈线和天线匹配时，高频能量全部被负载吸收，馈线上只有入射波，没有反射波。馈线上传输的是行波，馈线上各处的电压幅度相等，馈线上任意一点的阻抗都等于它的特性阻抗。而当天线和馈线不匹配时，也就是天线阻抗不等于馈线特性阻抗时，负载就不能全部将馈线上传输的高频能量吸收，而只能吸收部分能量。入射波的一部分能量反射回来形成反射波。





第三章 无线传输线的概念介绍

3.6 馈线和天线的电压驻波比

在不匹配的情况下, 馈线上同时存在入射波和反射波。

反射波和入射波幅度之比叫作反射系数。

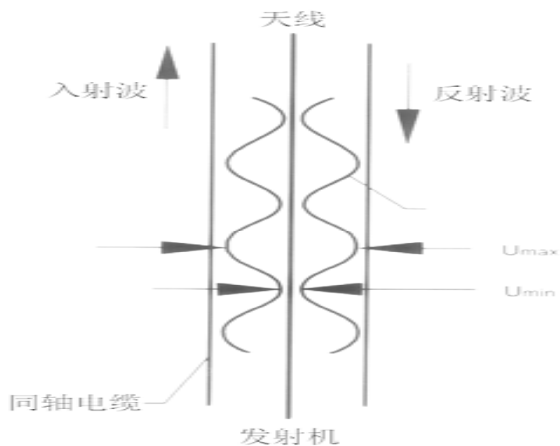
$$\text{反射系数 } \Gamma = \frac{\text{反射波幅度}}{\text{入射波幅度}} = \frac{(Z - Z_0)}{(Z + Z_0)}$$

驻波波腹电压与波节电压幅度之比称为驻波系数, 也叫电压驻波比 (VSWR)

$$\text{驻波系数 } S = \frac{\text{驻波波腹电压幅度最大值 } V_{\max}}{\text{驻波波节电压幅度最小值 } V_{\min}} = \frac{|(1 + \Gamma)|}{|(1 - \Gamma)|}$$

第三章 无线传输线的概念介绍

驻波比、反射损耗和反射系数



VSWR s

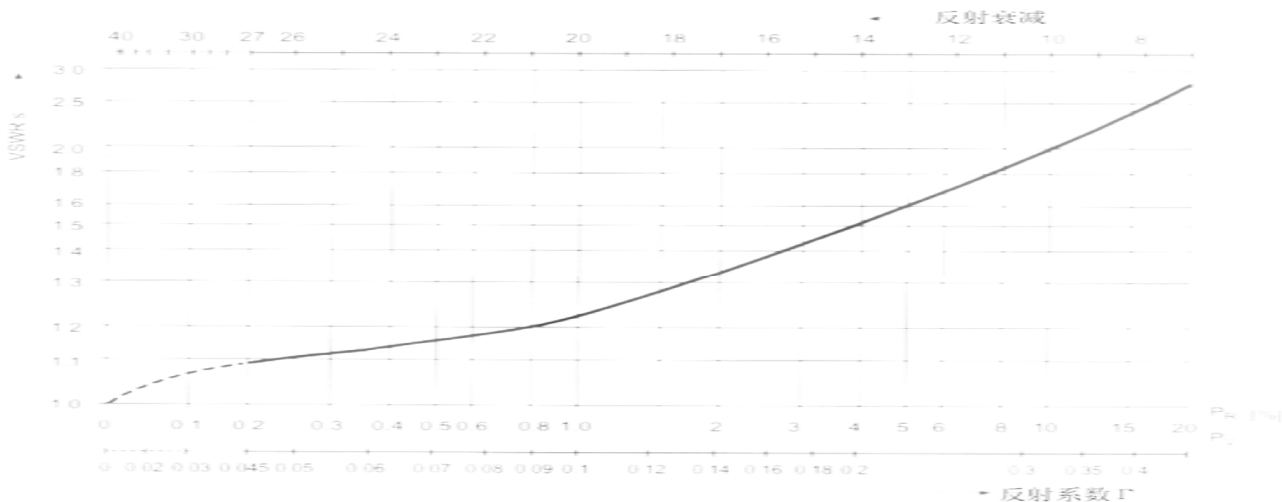
$$s = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

反射损耗 a_r

$$\text{反射系数 } \Gamma = \frac{U_R}{U_V} = \frac{s - 1}{s + 1}$$

$$a_r \text{ [dB]} = -20 \log \Gamma$$

$$\frac{P_R}{P_V} = 100 \Gamma^2 \text{ [%]}$$





第三章 无线传输线的概念介绍

3.7 平衡装置

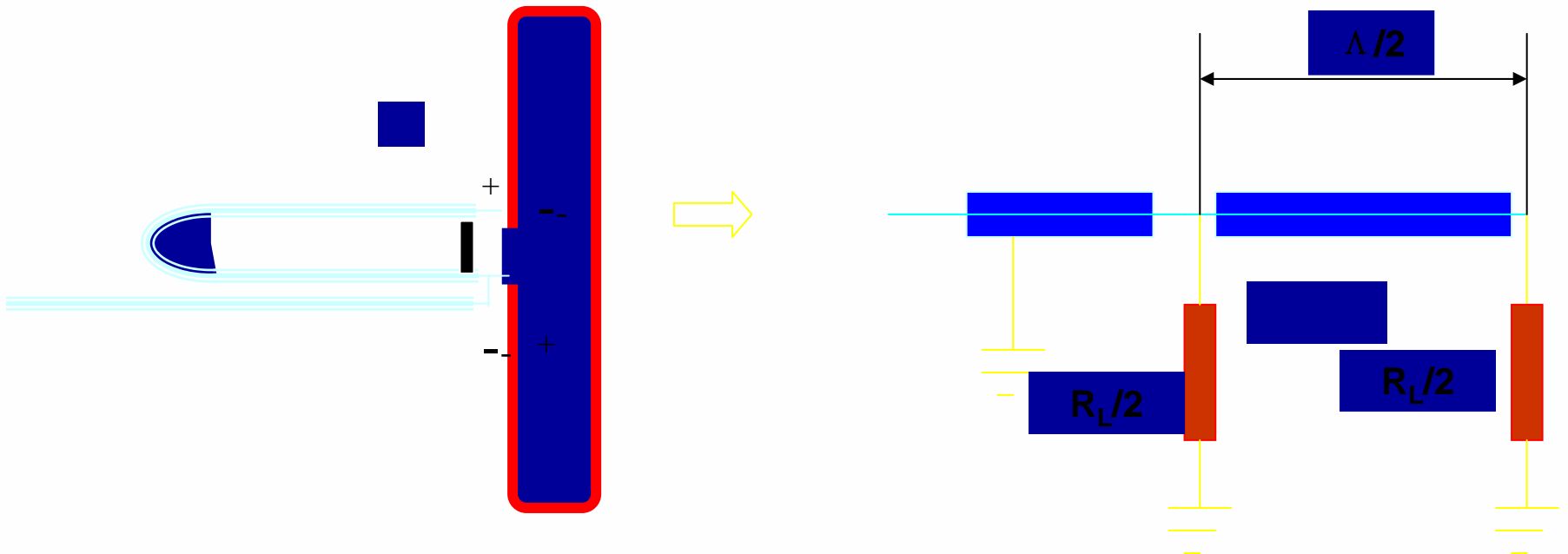
电源、负载和传输线，根据它们对地的关系，都可以分成平衡和不平衡两类。若电源两端与地之间的电压大小相等，极性相反，就称为平衡电源，否则称为不平衡电源；

与此相似，若负载两端或传输线两导体与地之间阻抗相同，则称为平衡负载或平衡（馈线）传输线，否则为不平衡负载或不平衡（馈线）传输线。

第三章 无线传输线的概念介绍

二分之一波长平衡变换器

又称“U”形平衡变换器，它用于不平衡馈线与平衡负载连接时的平衡变换，并有阻抗变换作用。

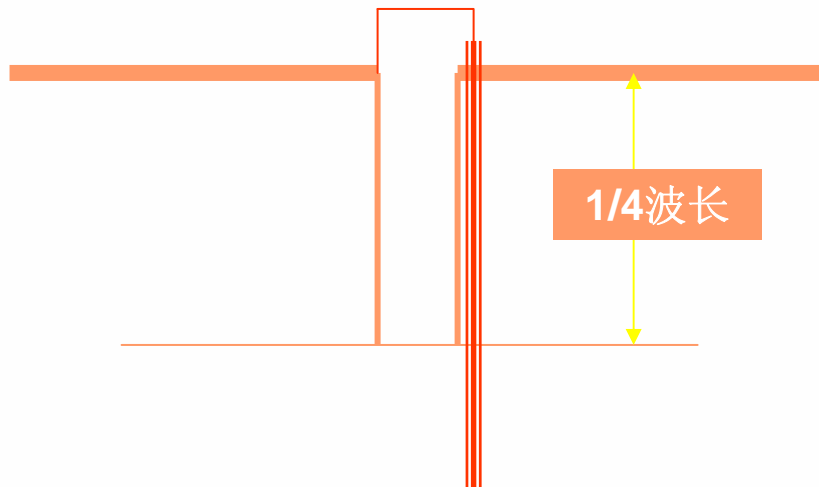


第三章 无线传输线的概念介绍

四分之一波长平衡-不平衡变换器

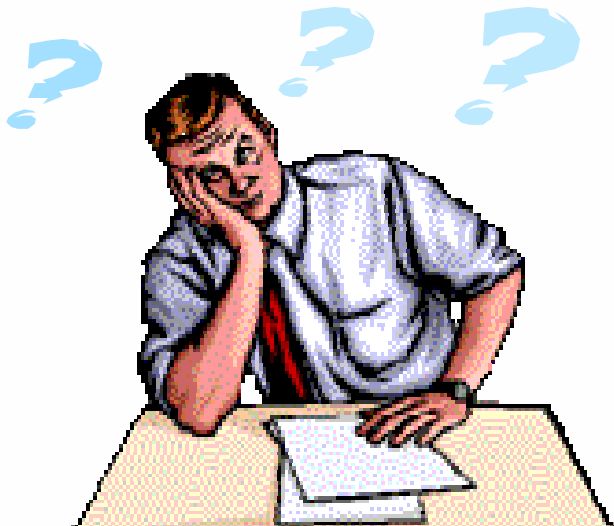
利用四分之一波长短路传输线终端为高频开路的性质实现天线平衡输入端口与同轴馈线不平衡输出端口之间的平衡-不平衡变换。

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta l}{jZ_L \tan \beta l + Z_0}$$



问题

- ※匹配的概念是什么？
- ※长线传输的定义是什么？
- ※二分之一波长平衡变换器的概念是什么？
- ※请简答传输线的特性阻抗？



- ✦ 我们可简单地认为，馈线终端所接负载阻抗 Z_L 等于馈线特性阻抗 Z_0 时，称为馈线终端是匹配连接的。
- ✦ 当传输线的几何长度等于或大于所传送信号的波长时就叫做长传输线，简称长线。
- ✦ 又称“U”形平衡变换器，它用于不平衡馈线与平衡负载连接时的平衡变换，并有阻抗变换作用。
- ✦ 无限长传输线上各点电压与电流的比值等于特性阻抗，用符号 Z_0 表示。同轴电缆的特性阻抗 $Z_0 = (138 / \epsilon_r^{1/2}) \times \log(D/d)$ 欧姆。通常 $Z_0 = 50$ 欧姆/或 75 欧姆（在公式中：D为同轴电缆外导体铜网内径；d为其芯线外径； ϵ_r 为导体间绝缘介质的相对介电常数。）

由上式不难看出，馈线特性阻抗与导体直径、导体间距和导体间介质的介电常数有关，与馈线长短、工作频率以及馈线终端所接负载阻抗大小无关。

- 本章介绍了天线的传输线方面的基本知识，其中主要包括的内容有：天线传输线的种类、传输线的阻抗特性、馈线衰减常数、匹配的概念、反射损耗、馈线与天线的电压驻波比、平衡装置等方面的内容。
- 通过对本章的学习，应该对天线的传输线方面的知识有一定的了解，掌握这部分和天线相关的知识。同时，通过课后习题的学习，可以对这部分的知识加以巩固。

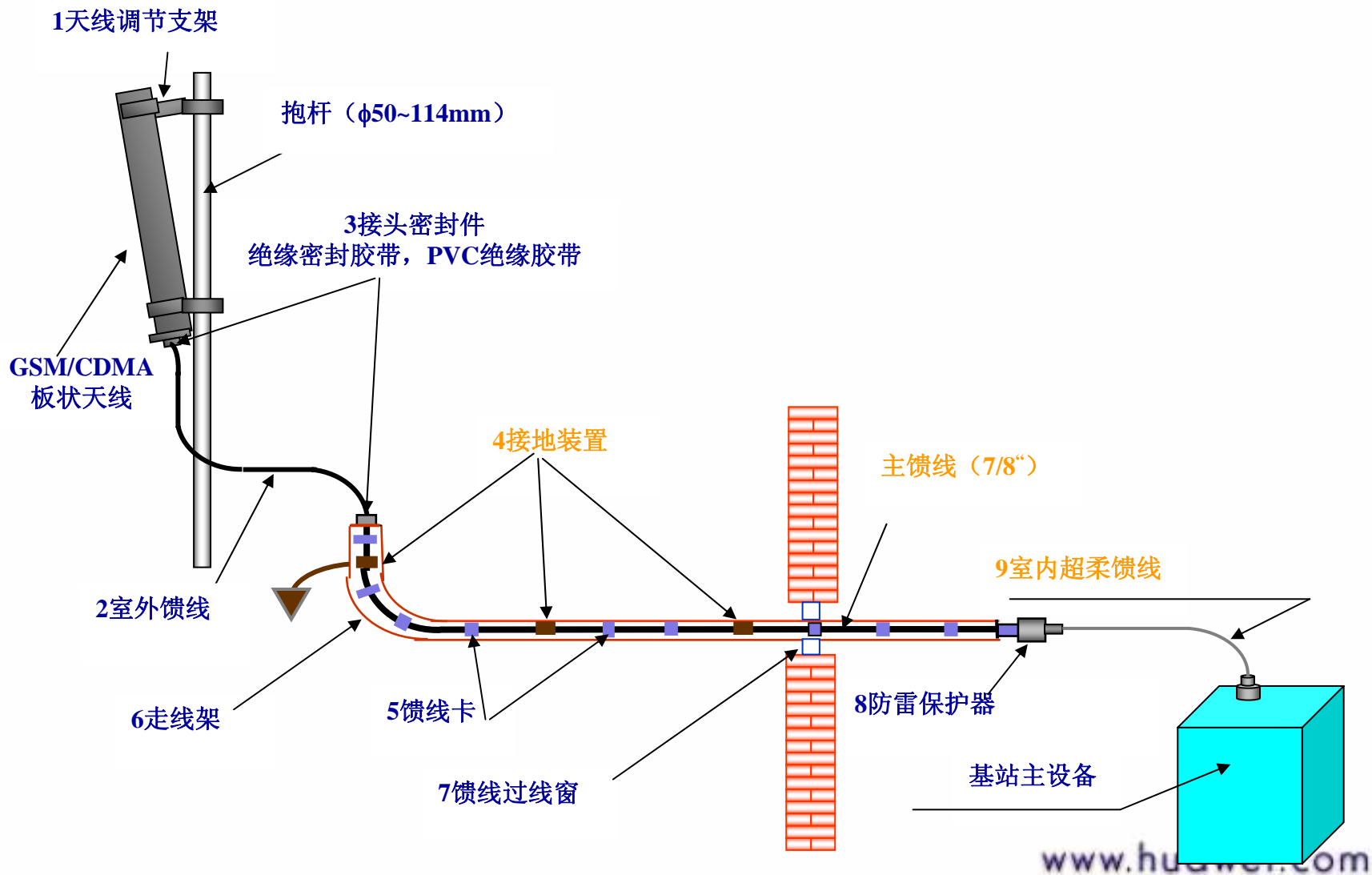
课程内容

- 第一章 无线电波和超短波的基本知识
- 第二章 天线辐射电磁波的基本原理
- 第三章 天线传输线的概念介绍
- 第四章 基站天馈系统



第四章 基站天馈系统

4.1 基站天馈系统示意图





第四章 基站天馈系统

CDMA基站天馈系统

1 天线调节支架

用于调整天线的俯仰角度，一般调节范围为： $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ；

2 室外跳线

用于天线与**7/8"**主馈线之间的连接。常用的跳线采用**1/2"**馈线，长度一般为**3米**。

3 接头密封件

用于室外跳线两端接头（与天线和主馈线相接）的密封。常用的材料有绝缘防水胶带（**3M2228**）和**PVC**绝缘胶带**3M33+**）。

4 接地装置（**7/8"**馈线接地件）

主要是用来防雷和泄流，安装时与主馈线的外导体直接连接在一起。一般每根馈线装三套，分别装在馈线的上、中、下部位，接地点方向必须顺着电流方向。



第四章 基站天馈系统

CDMA基站天馈系统

5 7/8" 馈线卡子

用于固定主馈线，在垂直方向，每间隔**1.5**米装一个，水平方向每间隔**1**米安装一个（在室内的主馈线部分，不需要安装卡子，一般用尼龙白扎带捆扎固定）。

常用的**7/8"**卡子有两种；双联和三联。

7/8"双联卡子可固定两根馈线；三联卡子可固定三根馈线。

6 走线架

用于布放主馈线、传输线、电源线及安装馈线卡子。

7 馈线过窗器

主要用来穿过各类线缆，并可用来防止雨水、鸟类、鼠类及灰尘的进入。

8 防雷保护器（避雷器）

主要用来防雷和泄流，装在主馈线与室内超柔跳线之间，其接地线穿过过线窗引出室外，与塔体相连或直接接入地网。



第四章 基站天馈系统

CDMA基站天馈系统

9 室内超柔跳线

用于主馈线（经避雷器）与基站主设备之间的连接，常用的跳线采用1/2"超柔馈线，长度一般为2~3米。由于各公司基站主设备的接口及接口位置有所不同，因此室内超柔跳线与主设备连接的接头规格亦有所不同，常用的接头有7/16DIN型、有N型。有直头、亦有弯头。

10 尼龙黑扎带，主要有两个作用：

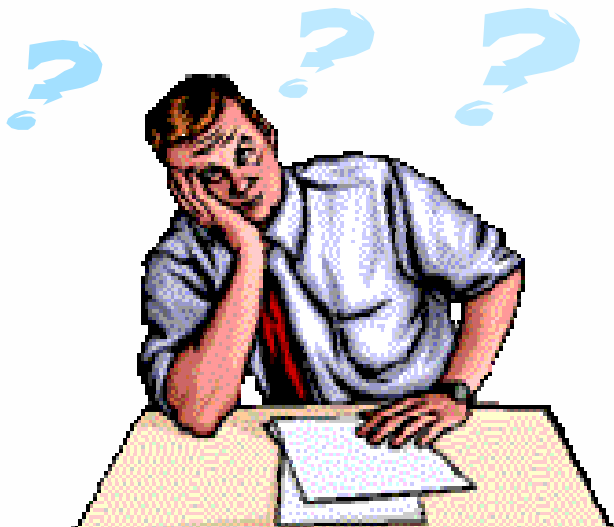
- (1) 安装主馈线时，临时捆扎固定主馈线，待馈线卡子装好后，再将尼龙扎带剪断去掉。
- (2) 在主馈线的拐弯处，由于不便使用馈线卡子，故用尼龙扎带固定。室外跳线亦用尼龙黑扎带捆扎固定。

11 尼龙白扎带：用于捆扎固定室内部分的主馈线及室内超柔跳线。

问题

↑7/8馈线卡子的安装方法？

↑避雷器的作用和安装方法是什么？



解答

- ⊗用于固定主馈线，在垂直方向，每间隔**1.5**米装一个，水平方向每间隔**1**米安装一个（在室内的主馈线部分，不需要安装卡子，一般用尼龙白扎带捆绑固定）。
- ⊗主要用来防雷和泄流，装在主馈线与室内超柔跳线之间，其接地线穿过过线窗引出室外，与塔体相连或直接接入地网。





谢谢!