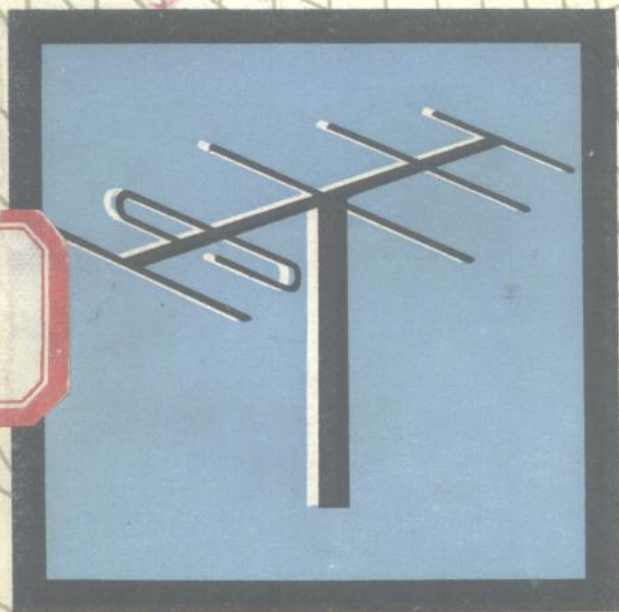


无线电爱好者丛书

# 电视接收天线

邱元春·王能忠 编著



155103

无线电爱好者丛书

# 电视接收天线

邱元春 王能忠 编著



人民邮电出版社

## 内 容 提 要

合理选择和正确使用电视接收天线可以提高电视接收质量。

本书是无线电爱好者丛书之一。主要介绍各种电视接收天线（包括半波振子天线、引向天线、宽频带天线、特高频天线、特种天线和室内天线）的特性、应用条件和制作方法，并提供了具体结构尺寸，传输线的特性、匹配和平衡装置。简单叙述了电波的传播。为提高电视接收质量，还介绍了电视接收用户所能采用的抗干扰方法。最后介绍了电视接收天线的选择和架设方法。可供广大无线电爱好者参考。

无线电爱好者丛书

电视接收天线

邸元春 王能忠 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1982年10月第一版  
印张：9 页数：144 1982年10月天津第一次印刷  
字数：203 千字 印数：1—253,000册

统一书号：15045·总2635—无6206

定价：0.67元

中国电子学会

CEAE

中国电子学会科学普及读物编辑委员会

主 编：孟昭英

副主编：杜连耀

编 委：毕德显 吴朔平 叶培大 任 朗  
吴鸿适 董志鹏 陶 棣 顾德仁  
王守觉 甘本祯（兼常务编委） 张恩虬  
何国伟 周炯槃 邱绪环 陈芳允  
秦诒纯 王玉珠 周锡龄

本书责任编辑委：任 朗

## 丛 书 前 言

电子科学技术是一门发展迅速，应用广泛的现代科学技术。电子技术水准是现代化的重要标志。为了尽快地普及电子科学技术知识，中国电子学会和出版部门约请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套有不同特点的、较系统的普及丛书。

本丛书是《无线电爱好者丛书》，由人民邮电出版社出版，其余两套是《电子应用技术丛书》，由科学普及出版社出版；《电子学基础知识丛书》，由科学出版社出版。

本丛书密切结合实际讲述各种无线电元件和常用电子电路的原理及应用；介绍各种实用电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、小型电子计算机及常用测试仪器等）的原理、制作、使用和修理。提供无线电爱好者所需的资料、手册等。每本书介绍一项实用无线电技术，使读者可以通过自己动手逐步掌握电子技术的一些基本知识。本丛书的对象是广大青少年和各行各业的无线电爱好者。

我们希望广大电子科学技术工作者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版提出意见，给以帮助，以便共同努力，为普及电子科学技术知识，为实现我国四个现代化作出贡献。

## 前 言

随着我国电视广播事业的迅速发展，各地电视机的数量大量增加。电视接收的质量与电视接收天线有着密切的关系。为了适应电视发展的需要，提高电视接收质量，我们参考国外有关资料编写了这本小册子。本书1~3章分别叙述了无线电波的传播，传输线的原理及匹配、平衡，天线的工作原理，为读者提供了有关基础理论知识。第四章以后介绍多种电视接收天线，内容通俗实用。初学的无线电爱好者，也可以从第四章开始学习。

本书在编写过程中得到了沈阳机车车辆厂苏自生副总工程师的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

作者 1981年12月

# 目 录

## 第一章 无线电波的传播

一、无线电波的传播特性 .....	1
1. 无线电波的传播特点 .....	1
2. 无线电波的极化 .....	6
3. 无线电波段的划分 .....	9
4. 无线电波的传播途径 .....	9
二、电视信号的传播及电场强度的计算 .....	12
1. 电视信号的视距传播 .....	12
2. 电视信号的超视距传播 .....	24
3. 电视信号的对流层传播 .....	28
4. 电视信号的电离层传播 .....	31

## 第二章 传输线

一、传输线的特性 .....	35
1. 分布参数 .....	35
2. 传输线上的行波 .....	37
3. 传输线的特性阻抗 .....	40
4. 传输线上的合成波及行波系数 .....	41
5. 无耗传输线的传输效率 .....	42
二、传输线的匹配 .....	43
1. $\lambda/2$ 终端开路传输线阻抗匹配器 .....	44
2. $\lambda/4$ 终端开路传输线阻抗匹配器 .....	45
3. 宽频带 $\lambda/4$ 开路传输线阻抗匹配器 .....	46
4. $\lambda/4$ 终端闭路传输线阻抗匹配器 .....	46

5. 指数线阻抗变换器 .....	47
三、平衡装置 .....	48
1. $\lambda/4$ 平衡变换器 .....	49
2. $\lambda/2$ 平衡变换器 .....	50
四、传输线的衰减 .....	52
五、电视接收机的常用馈线 .....	52
<b>第三章 天线的工作原理和主要参数</b>	
一、天线的工作原理 .....	58
二、天线的主要参数 .....	60
1. 输入阻抗 .....	60
2. 天线效率 .....	61
3. 方向图 .....	61
4. 方向系数 .....	62
5. 增益系数 .....	62
6. 频率特性 .....	63
三、对电视接收天线的要求 .....	64
<b>第四章 半波振子天线</b>	
一、基本半波振子天线 .....	65
1. 基本半波振子天线的特性 .....	65
2. 基本半波振子天线的制作 .....	71
二、折合式半波振子天线 .....	73
1. 折合式半波振子天线的特性 .....	74
2. 折合式半波振子天线的制作 .....	78
三、异型折合振子天线 .....	79
<b>第五章 引向天线</b>	
一、引向天线的工作原理 .....	84
二、两单元引向天线 .....	87
三、三单元引向天线 .....	90



四、四单元引向天线 .....	93
五、五单元引向天线 .....	95
六、六单元引向天线 .....	99
七、七单元引向天线 .....	101
八、八单元引向天线 .....	104
九、九单元引向天线 .....	106
十、十单元引向天线 .....	108
十一、双层多单元引向天线 .....	110
十二、四层多单元引向天线 .....	113
十三、双层双列多单元引向天线 .....	116
十四、双半波振子引向天线 .....	121

## 第六章 宽频带电视接收天线

一、宽频带菱形天线 .....	125
1. 菱形天线的工作原理 .....	125
2. 菱形天线的特性参数 .....	129
3. 菱形天线的典型数据 .....	131
4. 菱形天线的架设方法 .....	134
二、宽频带对称锯齿形天线 .....	137
1. H型对称锯齿形天线 .....	137
2. 无源反射器E型和H型对称锯齿形天线 .....	139
3. 无源反射器E型和H型双锯齿形天线阵 .....	141
4. 半锯齿形天线 .....	146
三、宽频带对数周期天线 .....	149
1. 全频道对数周期天线 .....	151
2. 甚高频对数周期天线 .....	153
四、宽频带V型天线 .....	157
五、宽频带行波天线 .....	163

六、宽频带框形天线 .....	165
七、宽频带角形天线 .....	168
八、宽频带引向天线 .....	169
九、双节目天线 .....	174
1. 分立型双节目天线 .....	174
2. 组合型双节目天线 .....	179
<b>第七章 特高频电视接收天线</b>	
一、特高频多单元天线 .....	184
二、特高频双层十单元槽口引向天线 .....	190
三、特高频反射器天线 .....	191
四、特高频多环天线阵 .....	194
五、特高频对数周期天线阵 .....	195
六、特高频八单元圆环天线 .....	198
七、特高频五单元行波天线 .....	199
八、特高频扇形振子天线 .....	199
九、特高频双层V型天线 .....	202
<b>第八章 特种电视接收天线</b>	
一、角形反射面天线 .....	206
二、框形天线 .....	209
三、移动式全向天线 .....	217
四、环形天线 .....	219
五、多环天线阵 .....	221
<b>第九章 室内电视接收天线</b>	
一、简易室内天线 .....	223
二、超小型介质天线 .....	226
1. 超小型基本半波振子介质天线 .....	227
2. 超小型半锯齿形介质天线 .....	229

三、环形室内天线 .....	231
四、蝶形室内天线 .....	233
五、高灵敏室内天线 .....	234
六、半锯齿形室内天线 .....	235
七、机内框形天线 .....	238
八、宽频带室内天线 .....	239
<b>第十章 电视广播的抗干扰接收</b>	
一、汽车点火系统辐射干扰的抑制 .....	242
二、电车辐射干扰的抑制 .....	243
三、广播电台谐波干扰的抑制 .....	244
四、飞机反射干扰的抑制 .....	248
五、建筑物反射干扰的抑制 .....	250
六、雷达干扰的抑制 .....	250
七、电视台邻频干扰的抑制 .....	251
八、电视台同频干扰的抑制 .....	252
九、照明设备干扰的抑制 .....	253
十、理疗设备干扰的抑制 .....	254
<b>第十一章 电视接收天线的架设</b>	
一、电视接收天线的选择 .....	256
二、架设电视接收天线的注意事项 .....	259
三、电视接收天线的避雷 .....	263
附录一 我国电视频道表 .....	265
附录二 视距内电视信号场强计算图 .....	268
附录三 各种电视接收天线的功率增益 .....	269
附录四 分贝 .....	272

# 第一章 无线电波的传播

电视是现代科学最卓越的成就之一，现在它已广泛地应用在电视广播，宇宙航行，工业生产，电视教学，天文观测，交通指挥和其它无线电遥测遥控系统中。

电视广播的频道划分和发射距离都是与电视信号的传播特性直接相关的，为此，本章首先介绍无线电波的传播，并对电场强度的计算做简要的说明。

## 一、无线电波的传播特性

### 1. 无线电波的传播特点

电磁场是由于电荷的运动产生的，直流电流产生恒定的电磁场，这类电磁场相对于时间来说是不发生变化的，因而它不能向外辐射电磁波。交变电流则产生交变电磁场，它可以脱离振源向外界辐射传播，这种传播具有波的性质，这就是电磁波，通常称为无线电波。在不考虑瞬变的情况下，无线电波的变化规律与激励出这种无线电波的电流（或电压）变化规律是完全相同的。

无线电波的波长 $\lambda$ 、频率 $f$ 和传播速度 $V$ 有如下关系

$$\lambda = \frac{V}{f} \quad (1-1)$$

无线电波的传播具有以下特点：

(1) 无线电波的传播是以电磁场的能量形式运动的，在这一运动过程中，若不考虑近场的影响，则电场 $\vec{E}$ 和磁场 $\vec{H}$ 相互垂直，同时传播方向 $\vec{S}$ 又与电场 $\vec{E}$ 和磁场 $\vec{H}$ 相互垂直，见图1-1 (a)。 $\vec{S}$ 称为乌莫夫——波印庭矢量。图1-1 (b) 为正弦电流激励出的无线电波。

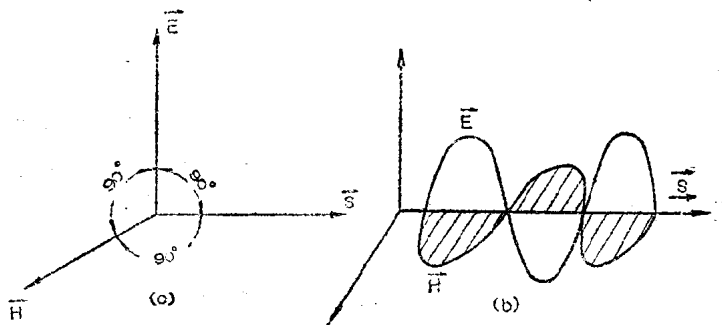


图 1-1  $\vec{E}\vec{H}\vec{S}$ 的空间关系

(2) 无线电波能在许多种介质中传播，如空气、水、地层等等。无线电波的传播线称为射线。

当无线电波在均匀介质（每一点上的性质都完全相同的介质）中传播时，它总是沿着直线传播，所以无线电波在均匀介质中的射线总是直线。

(3) 无线电波从一种介质进入性质不同的另一种介质时，像光波一样会产生反射和折射（见图1-2）。若以 $n_1$ 和 $n_2$ 分别表示两种介质的不同折射系数，则

$$\frac{\sin\phi}{\sin\psi} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1-2)$$

式中 $\phi$ 为入射角， $\psi$ 为折射角。

无线电波在分界面上的反射角等于入射角。

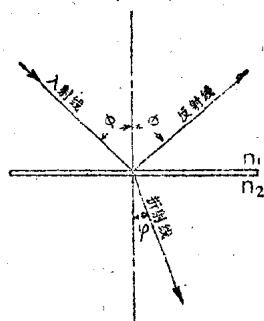


图 1-2 无线电波的折射和反射

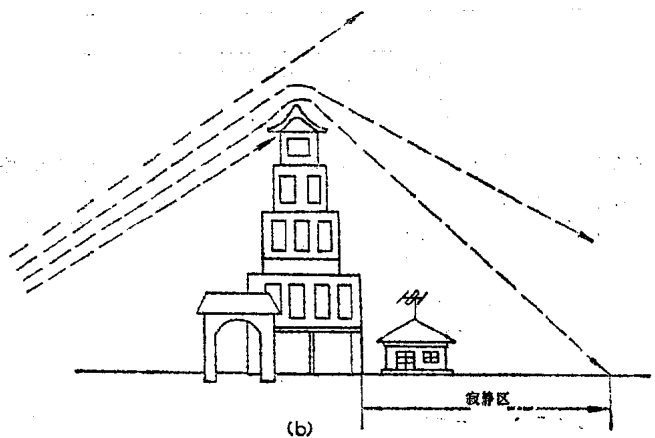
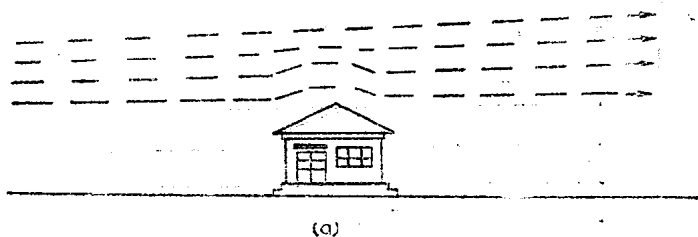


图 1-3 无线电波的绕射

(4) 无线电波在传播途径上遇到障碍物时，电磁波总是力图绕过这一障碍，这种现象叫做电磁波的绕射。当障碍物体的线度（几何尺寸）能够与无线电波的波长相比拟时，这一现象表现得尤为显著，见图1-3（a）。当障碍物体的几何尺寸大大超过电磁波长时，绕射变得十分微弱，以致会在障碍物之后形成没有电磁波的寂静区，见图1-3（b）。

(5) 在非均匀介质中，无线电波沿曲线传播，其射线为一曲线，这种现象称为无线电波的折射。无线电波传播射线的曲率由介质的不均匀度所决定。介质中相邻各点的性质变化愈剧烈，则曲线的曲率就愈大，见图1-4。

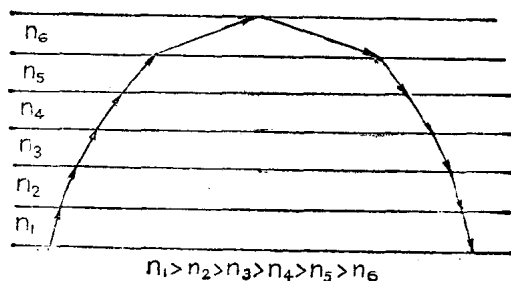


图 1-4 无线电波在非均匀介质中的折射现象

(6) 当无线电波由电子密度较密的介质进入电子密度较稀的介质时，入射角 $\phi$ 如果大于一定值（临界值），电波就不能进入第二种介质，此时电波在两种介质的分界面上被全部反射回来，这称为电波的全反射。

(7) 如果无线电波射向理想导体，电波也要被全部反射回来，此种反射称为无线电波的镜反射。

(8) 由同一无线电波源发出的无线电波，经过不同的传播途径后在某点相遇，或两个以上的频率完全相同的电磁波在

某点相遇，此时电磁波将发生叠加，叠加的结果会产生增强或减弱的现象，这就是无线电波的干涉，见图1-5。

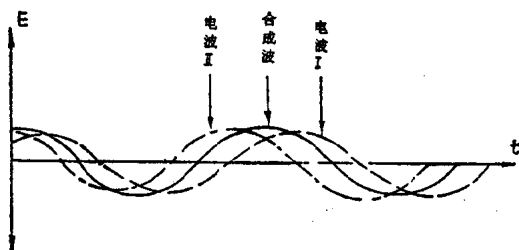


图 1-5 无线电波的干涉现象

(9) 无线电波在传播时，电场与磁场在时间上是同相的，根据电磁波理论，电场强度和磁场强度的比值称为空间特性阻抗，用  $W_c$  表示：

$$W_c = \frac{E_m}{H_m} \quad (1-3)$$

空间特性阻抗恒等于  $120\pi$ ，即 377 欧。

从 (1-3) 式中可以看出，无线电波的电场强度和磁场强度之间存在着完全固定的关系。当其中一场强的大小为已知时，就可以求出另一场强的数值。在实用上通常总是习惯于用电场强度值来标定无线电波的强度。

电场强度  $E$  的单位用伏特/米，相应的磁场强度  $H$  的单位则为安培/米。但伏特/米的单位过大，所以常用毫伏/米和微伏/米来计算。

(10) 根据电磁波理论，无线电波的传播速度  $V$  等于：

$$V = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (1-4)$$



速度决定于媒质的导磁系数 $\mu$ 和介电系数 $\epsilon$ ，因而在真空中的传播速度是：

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (1-5)$$
$$= 3 \times 10^8 \text{ 公里/秒}$$

在空气中的传播速度：

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon'}} \quad (1-6)$$

$\epsilon'$ 为空气相对介电系数。电磁波在空气中的传播速度略小于在真空中的传播速度，但在一般工程计算中，都仍以  $3 \times 10^8$  公里/秒计算。

(11) 由各项同性天线发射的无线电波，以波动的形式均匀地向各方向辐射。无线电波在空间的等相位面是一球面，就是说电磁波是以球面波的方式传播的。显然，当我们在远离发射天线的某一点上接收时，所收到的电磁波只是整个球面上的一个极小的部分，这时就完全可以把这一点上的球面波看成是平面波。这正如人们把小块地球表面当成是平面的道理一样。

## 2. 无线电波的极化

当电磁波传播时，电场矢量的振动总维持其特定的方向，这种现象称为极化，这种波称为极化波。显然上述的平面电磁波也是一种极化波，我们称它为平面极化波。在实用上，通常使电磁波的电场只具有水平或只具有垂直于地面方向的分量，前者称为具有水平极化特性的均匀平面无线电波，简称水平极化波。后者称为具有垂直极化特性的均匀平面无线电波，简称垂直极化波。