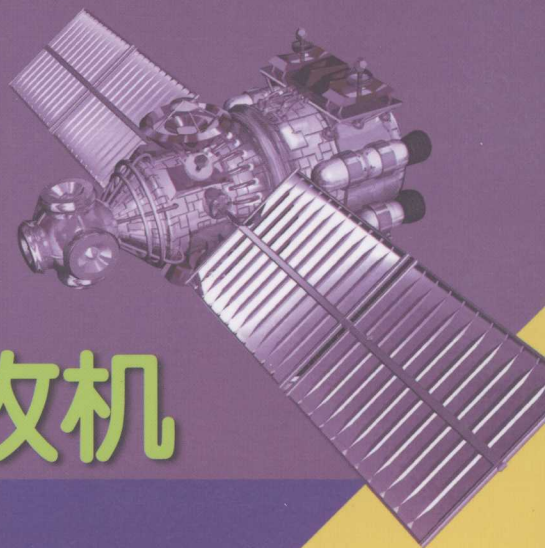


读图速学

数字卫星接收机 应用与维修

主 编 韩广兴
副主编 韩雪涛 吴 瑛



197



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

读图速学 数字卫星接收机 应用与维修

主 编 韩广兴
副主编 韩雪涛 吴 瑛



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书采用图解的方式,采用现场实拍数码照片和实测信号波形及实体解剖图示,以实际样机为例全面系统地介绍了数字卫星接收系统的结构,信号处理过程、工作原理以及故障检修方法,其中对卫星接收天线的架设、安装、寻星方法、调试程序进行了全程实录。对典型数字卫星接收机顶盒中的各种电路进行了实修演示。同时还对有关卫星广播的基础知识和实用技术进行了专门的介绍。本书通俗易懂,内容符合国家职业技能鉴定的要求。同时还提供了很多实用数据资料,供维修时参考。

本书适合从事卫星接收系统定位、安装、调试和维修的人员阅读,也适合做职业技术学院相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

读图速学数字卫星接收机应用与维修/韩广兴主编. —北京:
中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7014-9

I. 读… II. 韩… III. ①卫星广播电视: 数字电视—电
视接收机—使用—图解②卫星广播电视: 数字电视—电视接
收机—维修—图解 IV. TN949.197-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 050620 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 7 月第一版 2008 年 7 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 22.75 印张 400 千字

印数 0001—4000 册 定价 36.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

中国电子数字卫星接收机应用

随着全球数字化、网络化和信息化的发展,广播电视及传输系统的数字化,使我国社会进入了数字化革命的新浪潮,这将对整个信息产业乃至国民经济产生巨大的影响。数字卫星电视广播系统是传输数字电视节目的主要方式之一。目前我国的卫星广播和网络传输系统都已经实现了数字化,数字有线电视系统正在从模拟向数字化过渡,地面数字化广播系统正在筹备之中。我国广播电视的数字化目标是 2015 年之前全面实现模拟向数字的过渡。这意味着地面数字化广播全面开通,模拟广播电视系统将退出历史舞台。

国家广播电影电视总局早在几年前就开始实施“村村通”工程，“村村通”就是使我国的广大农村都通上广播电视节目。我国幅员辽阔，要使广大偏远山区也能看到中央电视台的节目，选择数字卫星传输方式是一种多快好省的方式。个体卫星接收站成本低、架设方便而且图像质量好。这些条件给普及数字卫星提供了极大的方便。由于国家财政的支持，目前数字卫星广播已经普及到绝大多数的偏远村庄。这是一个规模浩大的工程。

在信息发达的地区，数字卫星广播已成为信息处理和数据传输不可缺少的手段。大城市正在普及数字有线广播传输系统，地面卫星接收系统是有线电视中心不可缺少的部分，而且都需要安装多套卫星接收系统。

为了满足各领域对卫星接收机的需求,很多厂商开发了各具特色,各种性能的数字卫星接收机。这又为数字卫星接收系统升级换代提供技术上的支持。

数字卫星广播技术的发展也需要大批技能型专业技术人才。为满足广大技术人员的需求,本书以实际样机为例介绍数字卫星接收机的实用维修技术,同时对卫星天线的安装、架设、寻星和调试技术进行了图解和实修演示,生动形象通俗易懂。

本书涵盖电子行业的职业技能鉴定国家标准的内容,为职业技术学院推行“双证制”提供了方便。

参加本书编写的还有：韩雪涛、吴瑛、郭爱武、孟雪梅、翟伟、张丽梅、

郭海滨、胡丽丽、张明杰、刘秀东、邛建超、赵晓元、路建歆、赵俊彦、韩雪冬、崔文林、张湘萍、孙承满、吴玮、李玉全、廖汇芳、何红志等。

为了便于教学，我们编制了教学光盘。既适合教师教学，也适合学员自学。同时我们也开展了远程教学试验(卫星播出)。并在网站上开设了技术问答专栏(网址如下)，读者在教学中遇到技术问题也可以通过网站直接进行交流。

如果您在实际选购、使用和维修过程中有什么问题或者需要进一步了解相关的维修资料，可以直接与我们联系。有关职业技能培训、鉴定和考核的相关问题也可与我们联系。

网址: <http://www.taoo.cn>, 联系电话: 022-83718162/83715667/83713312

地址: 天津市南开区华苑产业园区天发科技园 8 号楼 1 门 401, 邮编: 300384

编 著 者

2008 年 5 月

目 录

读图速学数字卫星接收机应用与维修

前言

第1章 卫星广播系统的技术基础	1
1.1 电波及其信号的传输特性	1
1.1.1 信号与电波的基本特点	2
1.1.2 电波的发射和传播	5
1.2 卫星广播系统中的信号处理方法	9
1.2.1 调频(FM调制)	9
1.2.2 FM调制的三角噪波	10
1.2.3 预加重和去加重电路	12
1.2.4 信号与噪波的关系	13
1.2.5 载噪比(C/N)与伴音的质量	15
1.2.6 伴音信号的调制	16
1.3 广播卫星的结构特点及运行轨道	16
1.4 卫星电视广播频段的划分	23
第2章 卫星广播系统的基本构成及信号处理过程	27
2.1 卫星广播系统的构成	27
2.1.1 卫星广播电视系统的组成	29
2.1.2 卫星广播电视的传播方式	30
2.1.3 直播卫星和卫星直播	30
2.2 卫星广播信号的处理过程	31
2.2.1 上行发射控制系统	31
2.2.2 星载转发系统	33
2.2.3 卫星地面接收系统	37
2.3 卫星广播信号的发射和接收	39
2.3.1 卫星辐射功率和地面功率通量密度	39

2.3.2	卫星广播的覆盖范围和信号强度	40
2.3.3	能量扩散技术	41
2.3.4	电波的极化	42
2.4	数字卫星广播系统的特点和工作过程	46
2.4.1	数字卫星广播系统的基本特点	48
2.4.2	数字卫星广播系统的工作过程	48
2.5	卫星广播的数字处理系统	51
2.5.1	节目素材收集系统	51
2.5.2	节目制作系统	51
2.5.3	节目播出系统	52
2.5.4	控制管理系统	52
2.5.5	卫星的上行发射站	52
2.6	我国数字卫星广播的特点及发展状况	54
2.6.1	我国 C 波段数字卫星广播的特点	54
2.6.2	我国 Ku 波段数字卫星广播的特点	55
2.6.3	我国卫星电视的应用和发展	56
第 3 章	音频、视频的数字信号处理和数据压缩	62
3.1	模拟和数字信号的特点	62
3.1.1	模拟信号的特点	62
3.1.2	数字信号的特点	64
3.2	模拟信号的数字处理电路	66
3.2.1	A/D 和 D/A 变换	66
3.2.2	脉冲编码调制	68
3.2.3	D/A 变换电路	72
3.3	视频信号的特点和数字处理方法	73
3.3.1	视频信号的基本特点	73
3.3.2	视频信号的数字处理方法	75
3.4	视频信号的压缩原理	78
3.4.1	动态图像	78
3.4.2	图像的压缩	79
3.4.3	眼睛的视觉特性	80
3.5	图像的清晰度与数字信号的数据量	80
3.5.1	模拟电视机的清晰度	80
3.5.2	数字电视机的清晰度与数据量	81

3.5.3 数字信号的压缩方法	81
3.6 静止图像的压缩原理	82
3.6.1 帧内压缩	82
3.6.2 减少数据量的方法	84
3.7 活动图像的压缩与解压缩原理	86
3.7.1 活动图像的压缩方法——帧间压缩	86
3.7.2 活动图像的扩展(解压缩)原理	91
3.8 图像信号的比特流分层格式	92
3.9 数字信号的纠错和校正	93
3.9.1 数字信号误差校正原理	93
3.9.2 交叉交织式纠错方式	97
3.9.3 错误校正系统的限度	98
3.10 音频信号的压缩处理	99
3.10.1 音频信号压缩编码的基本方法	99
3.10.2 音频数据信号的解码电路	100
3.10.3 杜比 AC-3 数字环绕声的特点	100
第4章 数字卫星电视信号的调制和编码过程	104
4.1 数字信号的调制与传输	104
4.2 数字调制的种类和方法	104
4.2.1 数字信号与波形	104
4.2.2 数字幅度调制方式(ASK)	105
4.2.3 相位调制方式(PSK)	105
4.2.4 正交频分多重方式(OFDM)	110
4.2.5 地面数字广播与误码校正技术	114
4.3 数字电视信号的编码和解码	115
4.3.1 信源的编码和解码	115
4.3.2 信道的编码和解码	118
4.3.3 数字电视信号处理的基本方法与技术标准	119
4.3.4 数字卫星广播系统	123
第5章 数字卫星接收机的结构、信号流程和工作原理	125
5.1 数字卫星接收机的种类特点	125
5.1.1 家用数字卫星接收机	125
5.1.2 标准型数字卫星机顶盒	127



5.1.3	增强型数字卫星机顶盒	131
5.1.4	具有条件接收功能的机顶盒	132
5.1.5	工程用数字卫星机顶盒	133
5.1.6	具有调制器的数字卫星机顶盒	134
5.1.7	其他几种数字卫星接收机	135
5.2	数字卫星接收机的电路结构和工作原理	137
5.2.1	数字卫星接收系统的基本特点	137
5.2.2	数字卫星接收机的基本结构	138
5.2.3	数字卫星接收机的基本原理	142
5.2.4	数字卫星接收机整机电路分析	149
5.3	数字卫星接收机的解码芯片	153
5.3.1	数字卫星接收机的芯片与相关电路的关系	153
5.3.2	数字卫星接收机芯片(μ PD61216)	154
5.3.3	数字广播接收机解码芯片(μ PD6111X)	155
5.3.4	中高端数字卫星解码芯片(μ PD61210)	155
5.3.5	多格式数字电视解码芯片(EMMA2LL)	156
5.3.6	多功能数字电视信号解码芯片(MN2WS0025)	156
5.4	数字卫星机顶盒的机芯电路结构	158
5.4.1	数字卫星接收机顶盒机芯的典型结构	158
5.4.2	广播级 DVB 数字卫星接收机(IRD-8510)	159
5.4.3	广播级 QPSK 数字卫星接收机(QPD-8500)	160
5.5	数字卫星接收机顶盒主板	161
5.5.1	CYS&T5000 主板	161
5.5.2	CYS1000D 主板	161
5.5.3	泰信双向机顶盒电路	161
第 6 章	常用测试仪表的结构和使用方法	163
6.1	万用表的结构及使用方法	163
6.1.1	模拟万用表的结构与使用方法	163
6.1.2	数字万用表及使用方法	174
6.2	示波器的使用方法	178
6.2.1	示波器使用前的准备	178
6.2.2	示波器探头的使用方法	182
6.2.3	示波器按钮的使用方法	185

6.2.4 示波器的测量方法	189
第7章 数字卫星接收机的故障检修	194
7.1 数字卫星接收机电源电路的结构和故障检修	194
7.1.1 电源电路的基本结构	194
7.1.2 电源电路的检测方法	195
7.1.3 同洲系列卫星接收机顶盒开关电源电路的故障检修	204
7.2 数字卫星接收机操作显示电路的结构和故障检修	207
7.2.1 操作显示电路的基本结构	207
7.2.2 操作显示电路的检测方法	208
7.3 数字卫星接收机数字处理电路的结构和故障检修	214
7.3.1 数字卫星接收机的电路结构	214
7.3.2 电路板中数字处理电路的检测	216
7.4 数字卫星接收机音/视频信号的故障检修	218
7.4.1 数字卫星接收机音/视频输出信号的检测	218
7.4.2 伴音电路的故障检修	218
7.4.3 A/V 解码电路	221
7.4.4 音频、视频 D/A 变换器和输出电路	221
7.5 数字卫星接收机遥控系统的电路结构和故障检修	225
7.5.1 遥控发射器的电路结构和故障检修	225
7.5.2 红外接收电路的检测	231
7.6 存储器的电路结构和故障检修	233
7.7 典型数字卫星解码电路的故障检修	236
7.7.1 同洲 CDVB 2000B 数字卫星解码芯片的故障检修	236
7.7.2 富士数字卫星接收机解码芯片(MB87M2140)的故障检修	238
7.7.3 九洲 DVS-398E 数字卫星机顶盒整机电路结构	241
第8章 数字卫星接收系统的安装和调整方法	248
8.1 卫星天线的基本结构及性能	248
8.1.1 卫星天线的种类特点	248
8.1.2 卫星天线的主要特征参量	256
8.1.3 卫星天线的构成部分及性能特点	262
8.1.4 卫星天线、高频头及馈线的应用及注意事项	275
8.2 卫星接收天线的环境因素与安装要求	277
8.2.1 天线的受风面积与风压载荷	277



8.2.2	卫星天线的方向损失	277
8.2.3	卫星天线的安装环境和注意事项	279
8.3	卫星接收天线的位置选择	279
8.3.1	位置的选择因素	279
8.3.2	天线口径的选择	280
8.3.3	卫星天线角度的计算和测量	280
8.3.4	卫星天线的安装和架设方法	288
8.4	卫星天线的方向调整	299
8.4.1	方向调整的准备工作的	299
8.4.2	方向调整的方法及技巧	299
8.5	卫星天线寻星的基本方法	302
8.5.1	卫星天线安装调试仪器	302
8.5.2	寻星操作方法	304
8.5.3	寻星仪的寻星操作	306
8.5.4	卫星频谱仪的寻星操作	307
8.5.5	数字卫星接收机的寻星操作	308
8.6	个体卫星接收系统的安装	310
8.6.1	个体接收系统及实例	310
8.6.2	分配接收系统	311
8.6.3	连接插件的防水处理	312
8.6.4	卫星接收与地面电视广播的混合	313
8.6.5	卫星接收机的安装连接方法	314
附录 1	亚洲地区部分卫星参数	318
附录 2	有线电视系统中的常用英文缩写	333

卫星广播系统的技术基础

1.1 电波及其信号的传输特性

广播和通信都是通过无线电信号传送的,无线电波作为一种信息的载体可以通过天空或电缆传播出去。无线电波实际上就是电磁波,通常被称为无线电信号,不同频率的无线电信号有不同的特性。在卫星广播系统中会利用各种频率、各种调制方式、各种数字编码信号,进行信息发射、传输、接收和处理,如图1-1所示。熟悉各种信号的特性对深入了解卫星广播技术及相关的设备是必要的。

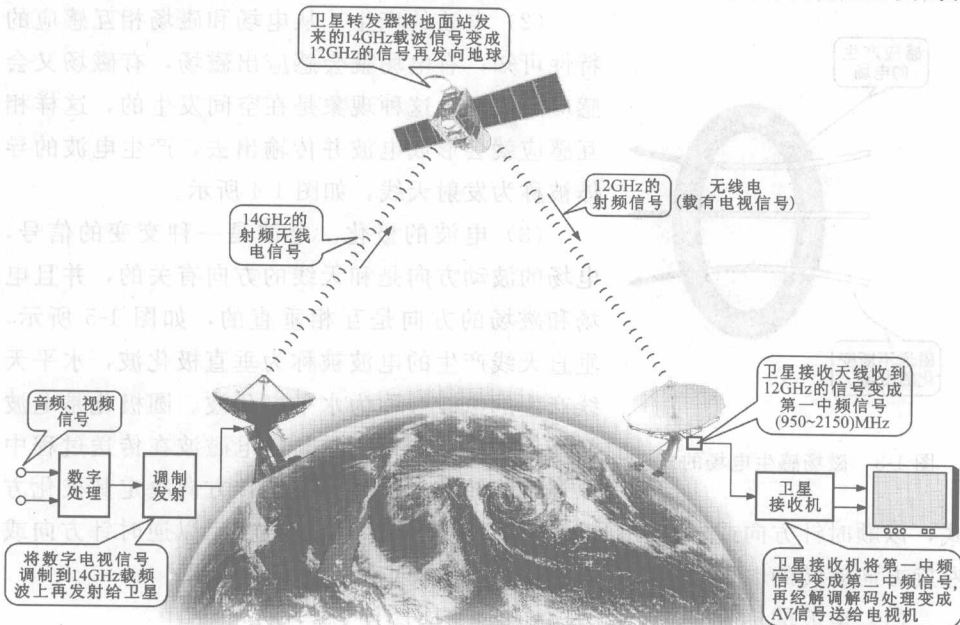


图1-1 卫星广播系统中的相关信号

1.1.1 信号与电波的基本特点

(1) 电与磁。我们都知道电能生磁，磁能生电的基本概念。如图 1-2 所示，一根导体如果有电流通过则导体的周围就会产生磁场。磁场的方向根据右手定则，拇指的方向为电流方向，其余四指为磁场磁力线方向。当给一个电容器两极加上交变电压时，就会有交变的电流产生，交变的电场又会感应出交变的磁场，这是很早就被人们发现和利用的现象。

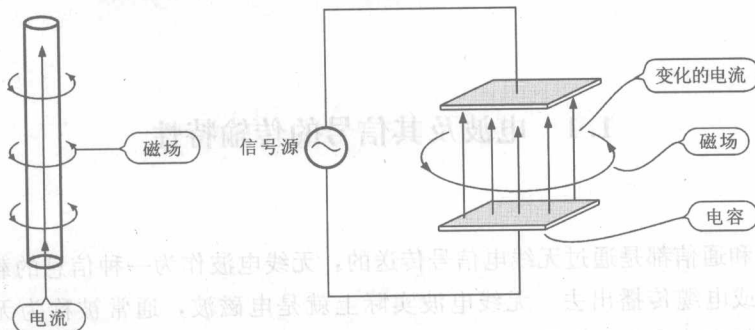


图 1-2 电场感生磁场的概念

同样，磁场也能感应出电场，如图 1-3 所示，变化的磁场会感应出电场。

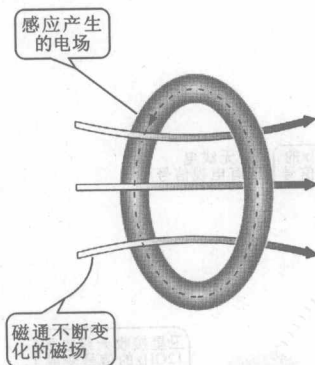


图 1-3 磁场感生电场的概念

(2) 电波的产生。从电场和磁场相互感应的特性可知，有电场就会感应出磁场，有磁场又会感应出电场，这种现象是在空间发生的，这样相互感应就会形成电波并传输出去，产生电波的导体被称为发射天线，如图 1-4 所示。

(3) 电波的极化。电波是一种交变的信号，电场的波动方向是和天线的方向有关的，并且电场和磁场的方向是互相垂直的，如图 1-5 所示，垂直天线产生的电波被称为垂直极化波，水平天线产生的电波被称为水平极化波。圆极化是电波的另一种极化形式，它是指电磁波在传送过程中以螺旋旋转方式传播，其旋转方向决定其极化方式，以顺时针方向或右旋方向旋转的电磁波称之为右旋极化，以逆时针方向或左旋方向旋转的电磁波称为左旋极化，如图 1-6 所示。

(4) 电波的接收。

1) 偶极子天线。天空中传输的电波遇到导体就会在导体上感应出电流，

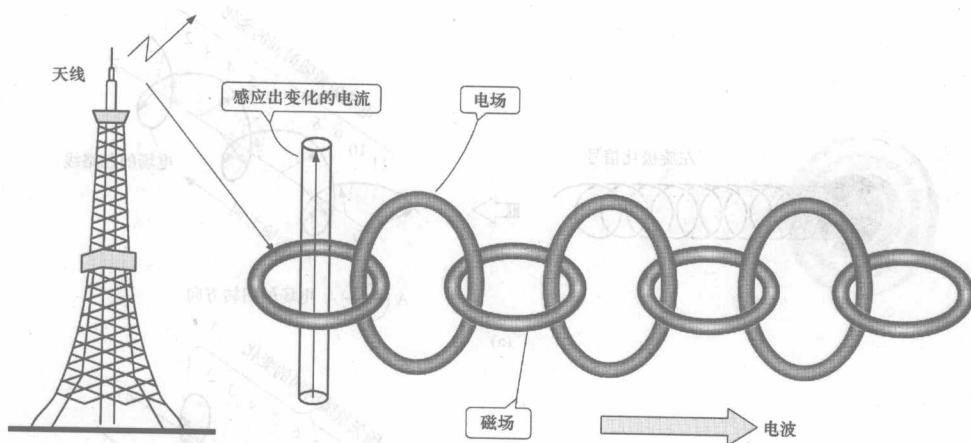


图 1-4 电波的形成

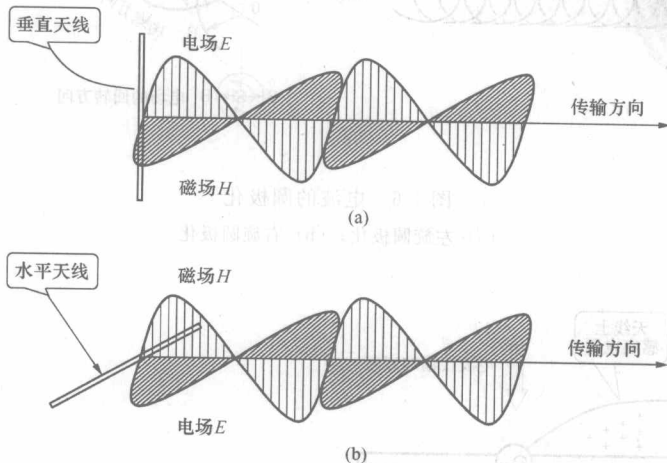


图 1-5 电波的线极化

(a) 垂直极化; (b) 水平极化

这个导体被称之为接收天线，天线导体的尺寸与接受电波的频率有很大的关系。也就是说天线的尺寸和方向与接收电波的灵敏度有很大的关系，图 1-7 是半波长偶极子天线的示意图。

半波长是指天线的尺寸等于 $\lambda/2$ (电波的 1 个波长被称为 λ)，偶极子是指天线两侧具有正负相等电荷，因而这种天线被称为双极天线，即偶极子天线。

2) 环形天线。接收电波的天线制成环形，被称为环行天线，这种天线的

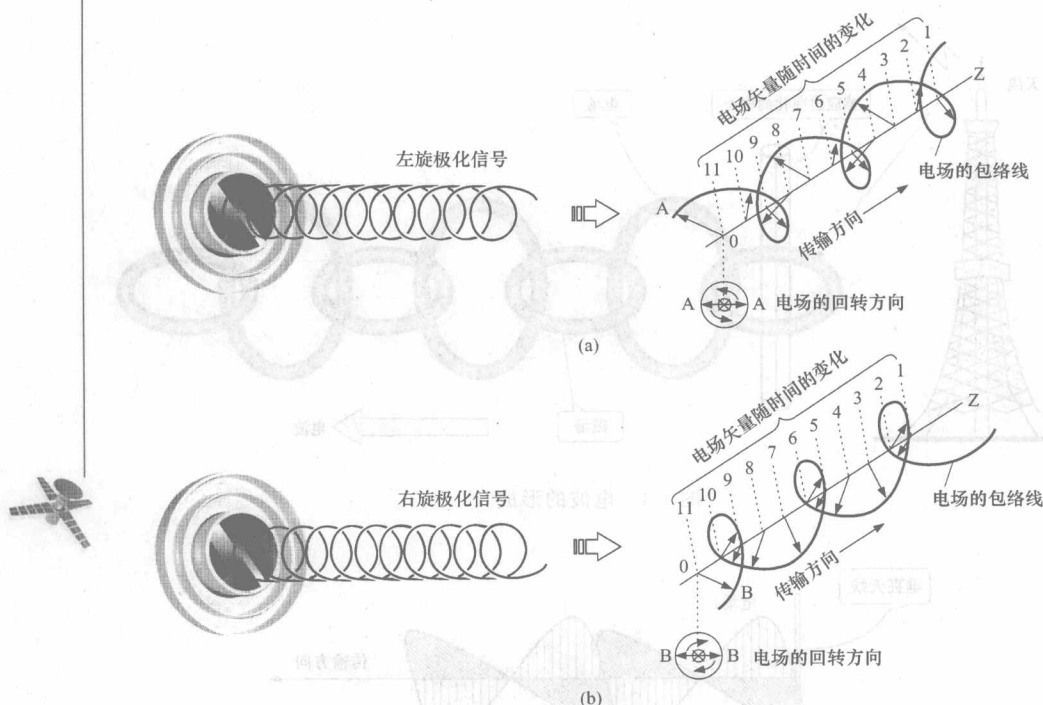


图 1-6 电波的圆极化

(a) 左旋圆极化；(b) 右旋圆极化

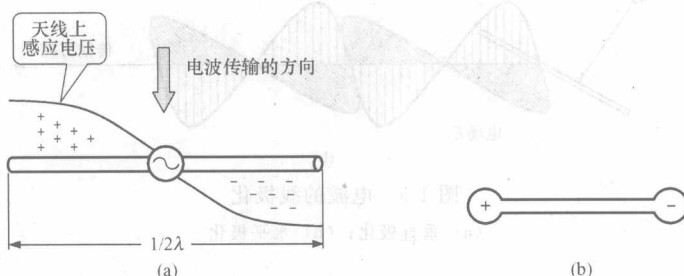


图 1-7 半波长偶极子天线

(a) 半波长偶极子天线；(b) 偶极子电路符号

灵敏度与天线环面的方向有关，如图 1-8 所示。即天线环面与电波传输的方向平行时灵敏度最大，而垂直时灵敏度最小。

3) 接收天线的方向性。在电视广播系统中常使用多根导体(金属管)组成

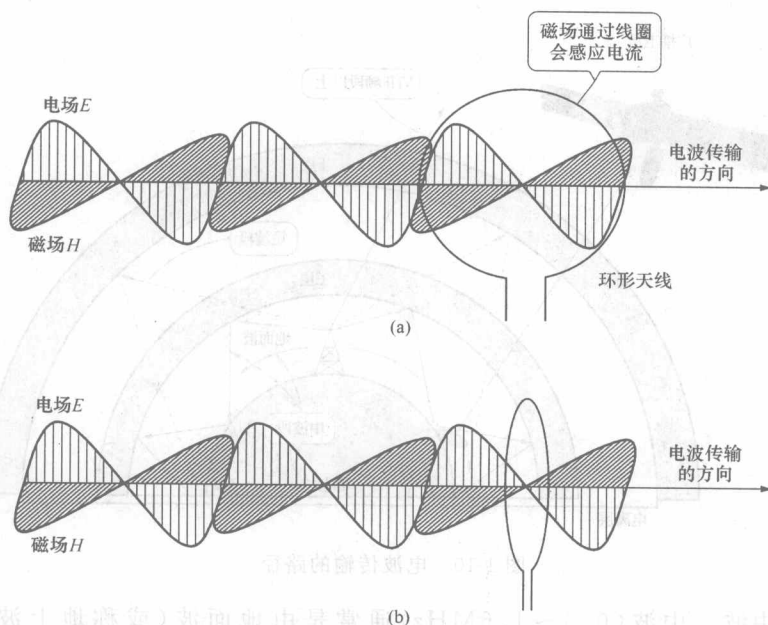


图 1-8 环形天线的灵敏度

(a) 天线的环面与电波传输的方向平行灵敏度最大;

(b) 天线的环面与电波传输的方向垂直灵敏度最小

的天线(称八木天线)或抛物面天线, 这些天线都具有方向性, 方位不同对信号接收的灵敏度也不同。因此在安装各类天线时都应注意其方向。将天线调整到最佳状态位置。如图 1-9 所示。

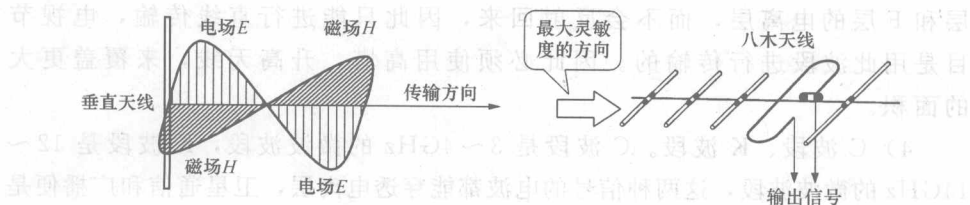


图 1-9 接收天线的灵敏度

1.1.2 电波的发射和传播

(1) 电波的波长与传输方式。电波的波长是与传输的方式有关的, 其关系如图 1-10 所示。电波是由天线发射出来的, 不同波长的电波信号受到电离层的

影响是不同的。

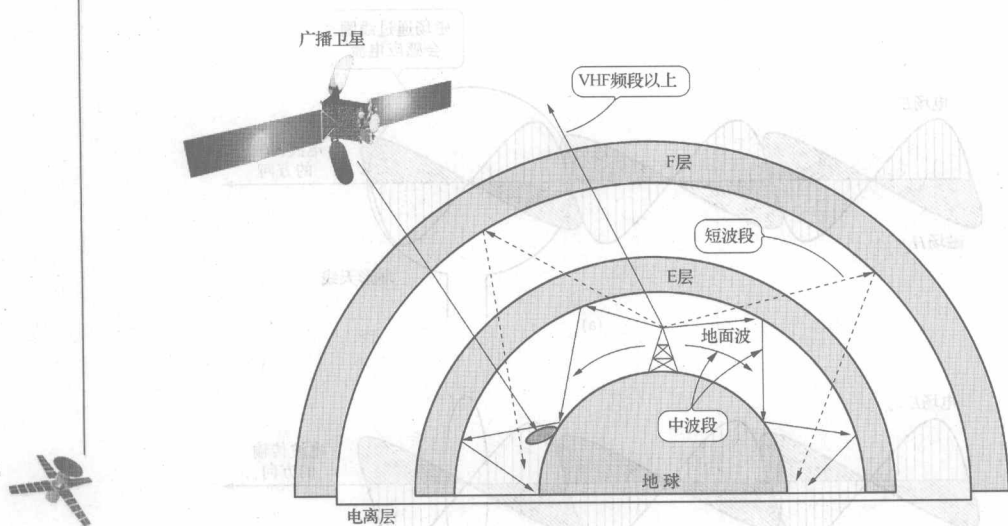


图 1-10 电波传输的路径

1) 中波。中波($0.5 \sim 1.6\text{MHz}$)通常是由地面波(或称地上波)传输的,因此传播的距离比较近,中波广播只能覆盖城市和郊区。晚上中波也可以靠电离层(E层)的反射束传输,因此中波广播晚上传播的距离比较远。

2) 短波。短波($1 \sim 30\text{MHz}$)可以穿透电离层的E层。但是遇到电离层的F层便会反射回来,由于电波的反射可能传输到地球的侧面,从图 1-10 可见其传播的距离很远,通常可用于洲际广播。

3) VHF 频段。VHF 频段($30 \sim 300\text{MHz}$)的天线电波,可以穿透E层和F层的电离层,而不会反射回来,因此只能进行直线传输,电视节目是用此波段进行传输的。因此必须使用高塔,升高天线,来覆盖更大的面积。

4) C 波段、K 波段。C 波段是 $3 \sim 4\text{GHz}$ 的微波波段,K 波段是 $12 \sim 14\text{GHz}$ 的微波波段,这两种信号的电波都能穿透电离层,卫星通信和广播便是利用这些频段。

(2) 广播信号的传输。

1) 中波广播。中波广播电台的节目是 $525 \sim 1605\text{kHz}$ 的波段,它将声音信号通过调幅的方式(AM),以地面波的形式传输出去,如图 1-11 所示。

2) 短波广播。短波广播是利用电离层的反射进行传输的,它也采用调幅