

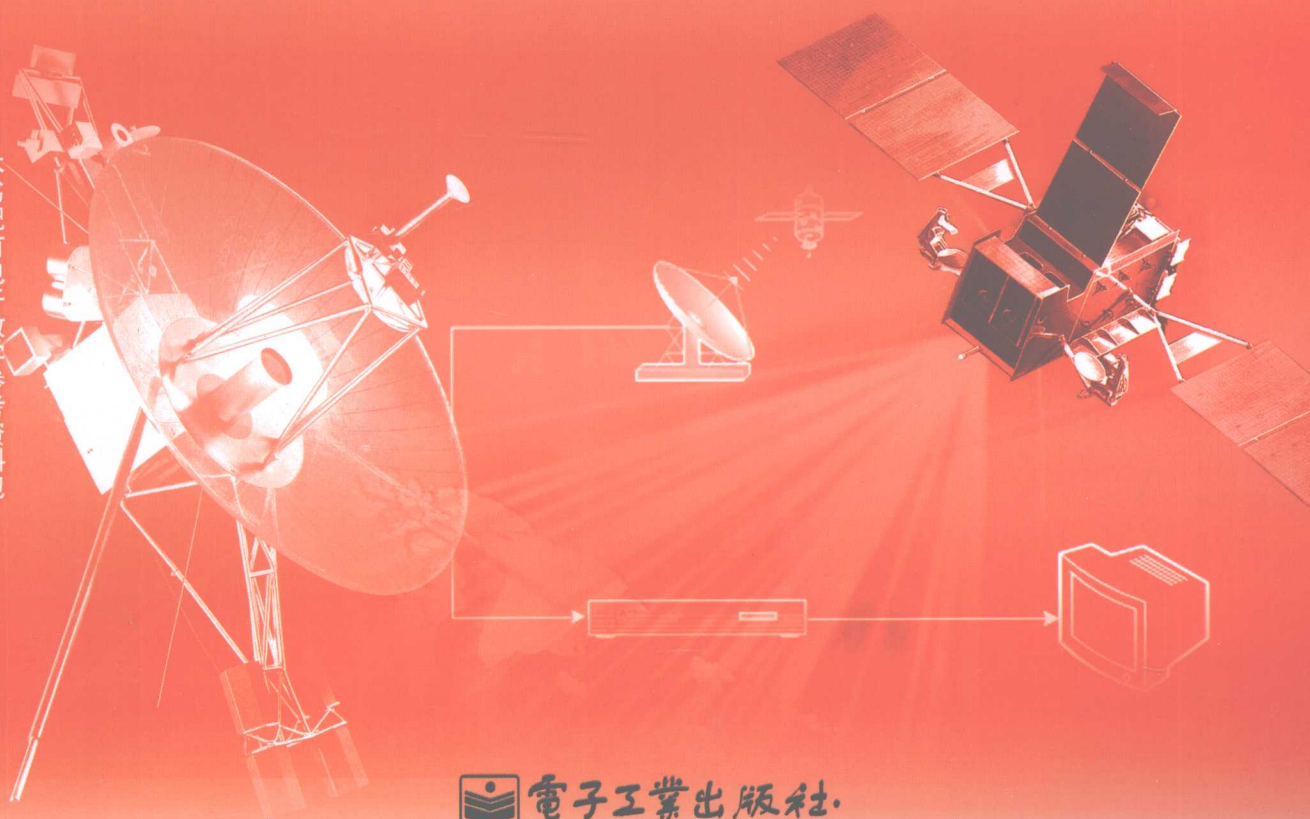


中等职业学校教学用书(通信技术专业)

数字卫星接收站的 安装与调试

◎ 韩广兴 韩雪涛 吴 瑛 等编著

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校教学用书（通信技术专业）

数字卫星接收站的 安装与调试

韩广兴 韩雪涛 吴 瑛 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以典型的数字卫星接收系统为例,全面系统地介绍了数字卫星接收站各种部件的连接方法及整个系统的安装、架设和调试过程。重点在于操作技能的要求和实训的演练。同时还对有关卫星广播的基础知识和相关产品的实用技术进行了专门的介绍。并以图解的方式将小型数字卫星接收站的安装、架设、寻星、调试的实际操作过程演示出来。此外,还介绍了数字卫星接收系统在数字有线系统中的应用方法和典型实例。全书涵盖了有关国家职业资格认证考核的内容,适用于“双证书”教学与实践。

本书可作为中等职业技术院校的教材,也可供从事卫星接收机安装、架设、调试与维修的技术人员和业余爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字卫星接收站的安装与调试 / 韩广兴等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.8
中等职业学校教学用书. 通信技术专业
ISBN 978-7-121-08596-3

I. 数… II. 韩… III. 数字通信: 卫星通信—专业学校—教材 IV. TN927

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 046257 号

策划编辑: 蔡 葵

责任编辑: 张 京

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 331.2 千字

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3000 册 定价: 23.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言



数字卫星接收站是接收广播电视节目的流行设备, 特别适合在居住地分散的偏远地区使用, 它具有成本低、架设方便、接收信号质量好的特点。因而得到了迅速的普及。

随着全球数字化、网络化和信息化的发展, 以及广播电视及传输系统的数字化, 使我国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一种方式之一。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逐步实施之中。

广电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能接收到广播电视节目。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广播提供了先决条件。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了技术上的支持。

数字卫星广播技术的发展也带动了相关行业的发展, 特别是它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。

本书涵盖了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。

参加本书编写工作的还有: 韩雪涛、吴瑛、孟雪梅、郭爱武、张丽梅、郭海滨、胡丽丽、张明杰、刘秀东、贾立辉、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, 并在网站上开设了技术问答专栏, 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。

如果在实际选购、使用和维修过程中遇到问题或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

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。

为了方便教师教学, 本书还配有电子教案及数字卫星设备中常用英文标识的解释。请有此需要的教师登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 免费注册后再进行下载, 有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系 (E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编著者

2009 年 8 月



第 1 章	信号的发射、传输与接收基础	(1)
1.1	无线电信号的发射和接收	(1)
1.1.1	电波与传输	(1)
1.1.2	电波与频率的特性	(5)
1.1.3	无线电信号的发射与接收过程	(8)
1.2	数字电视节目远程传输的种类特点	(15)
1.2.1	地面数字广播传输的特点	(16)
1.2.2	数字有线广播传输的特点	(17)
1.2.3	数字卫星广播传输的特点	(19)
1.2.4	网络传输的特点	(21)
1.3	数字电视信号的处理方法	(23)
1.3.1	数字电视信号与模拟电视信号的关系	(23)
1.3.2	数字电视信号的处理过程	(28)
第 2 章	数字卫星广播系统	(37)
2.1	数字卫星广播系统概述	(37)
2.1.1	数字卫星广播系统的构成	(37)
2.1.2	数字卫星广播系统的传播方式	(40)
2.1.3	数字广播卫星	(41)
2.2	数字卫星发射站的结构及基本工作流程	(41)
2.2.1	数字卫星发射站的基本构成	(41)
2.2.2	数字卫星发射站的基本工作流程	(41)
2.3	广播卫星的结构及运行轨道	(43)
2.4	数字卫星接收站的结构及基本工作流程	(48)
2.4.1	数字卫星接收站的基本构成	(48)
2.4.2	数字卫星接收站的基本工作流程	(49)
2.5	卫星电视广播波段的划分	(50)
2.5.1	C 波段卫星广播	(51)
2.5.2	Ku 波段卫星广播	(52)
第 3 章	数字卫星接收系统和机顶盒	(55)
3.1	数字卫星接收机的种类和特点	(55)
3.1.1	家用级数字卫星接收机	(55)
3.1.2	专业级数字卫星接收机	(56)
3.1.3	数字卫星接收机顶盒主板	(57)
3.1.4	数字卫星多媒体接收卡(盒)	(59)
3.2	典型数字卫星接收机的功能及应用	(60)

3.3	数字卫星接收天线的结构和性能	(61)
3.3.1	数字卫星接收天线的种类特点	(61)
3.3.2	数字卫星接收天线的主要特征参量	(66)
3.3.3	数字卫星接收天线的基本结构	(72)
第4章	数字卫星接收站的安装、架设及施工技能	(80)
4.1	数字卫星接收站安装、架设中的主要工具和仪表	(80)
4.1.1	数字卫星接收站安装、架设中的主要工具	(80)
4.1.2	数字卫星接收站安装、架设中的主要仪表	(83)
4.1.3	数字卫星接收站安装、架设中的辅助器材	(84)
4.2	数字卫星接收站的安装、架设流程	(85)
4.3	数字卫星接收天线的环境因素与安装要求	(86)
4.3.1	数字卫星接收天线的受风面积与风压载荷	(86)
4.3.2	数字卫星接收天线的方向损失	(87)
4.3.3	数字卫星接收天线的安装环境和注意事项	(88)
4.4	数字卫星接收天线的选择	(88)
4.4.1	影响天线位置选择的因素	(88)
4.4.2	影响天线口径选择的因素	(90)
4.4.3	天线角度的计算和测量	(90)
4.5	数字卫星接收天线的安装、架设方法	(97)
4.5.1	小口径数字卫星接收天线的安装、架设方法	(97)
4.5.2	中口径数字卫星接收天线的安装、架设方法	(99)
4.5.3	较大口径数字卫星接收天线的安装、架设方法	(103)
4.5.4	超大口径数字卫星接收天线的安装、架设方法	(104)
4.6	数字卫星接收天线的方向调整与寻星操作	(106)
4.6.1	数字卫星接收天线方向调整的方法	(106)
4.6.2	数字卫星接收天线的寻星操作	(109)
4.7	不同数字卫星接收系统的安装施工要求	(111)
4.7.1	家庭单机数字卫星接收系统的安装施工要求	(111)
4.7.2	楼宇数字卫星接收系统的安装施工要求	(118)
4.7.3	移动(车载)数字卫星接收系统的安装施工要求	(120)
第5章	典型数字卫星接收系统的安装、架设与调试实例	(124)
5.1	数字卫星接收天线的安装与调整方法	(124)
5.1.1	数字卫星接收天线的组成部分	(124)
5.1.2	数字卫星接收天线的安装步骤	(125)
5.1.3	数字卫星接收天线的固定方法	(129)
5.2	数字卫星高频头的安装方法和操作步骤	(129)
5.3	馈线(同轴电缆)的加工和连接	(131)
5.3.1	馈线(同轴电缆)的加工	(131)
5.3.2	馈线(同轴电缆)的连接	(134)
5.4	数字卫星接收机(机顶盒)的连接	(134)

5.5	数字卫星接收机的调整方法	(135)
5.5.1	数字卫星接收机工作状态的检查	(135)
5.5.2	数字卫星接收机的调整方法	(137)
5.6	数字卫星接收天线的调整与寻星	(144)
5.6.1	数字卫星接收天线的粗调	(145)
5.6.2	数字卫星接收天线的寻星	(147)
第6章	数字卫星接收系统与有线电视系统	(151)
6.1	有线电视系统的基本构成	(151)
6.1.1	有线电视系统的组成	(151)
6.1.2	有线电视系统的信号流程	(153)
6.1.3	有线电视系统的信号源	(153)
6.2	数字卫星有线电视系统的安装连接	(156)
6.2.1	隔频传输有线电视系统	(156)
6.2.2	邻频传输有线电视系统	(157)
6.2.3	数字卫星有线电视系统前端部分的设备	(158)
6.2.4	数字卫星有线电视系统干线传输部分的设备	(166)
6.2.5	数字卫星有线电视系统分配部分的设备	(177)
6.3	数字卫星有线电视系统传输设备的安装方法	(181)
6.3.1	光接收机的安装方法	(181)
6.3.2	干线放大器的安装方法	(181)
6.3.3	室外分支器、分配器的安装方法	(183)
第7章	数字卫星接收站的检测与日常维护	(185)
7.1	安全用电常识	(185)
7.1.1	电及触电	(185)
7.1.2	安全用电注意事项	(188)
7.2	防雷装置的安装与检查	(189)
7.2.1	防雷装置的组成	(189)
7.2.2	防雷装置的安全要求	(190)
7.2.3	防雷装置的安装	(191)
7.2.4	防雷装置的检查和维护	(192)
7.3	数字卫星接收站的检测流程和检测要点	(192)
7.3.1	数字卫星接收站的检测流程	(192)
7.3.2	数字卫星接收站的检测要点	(192)
7.4	数字卫星接收站的日常维护	(194)
附录	亚太地区的卫星及其分布数据	(196)
参考文献		(198)

第 1 章 信号的发射、传输与接收基础



1.1 无线电信号的发射和接收

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，卫星广播系统中的相关信号如图 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。

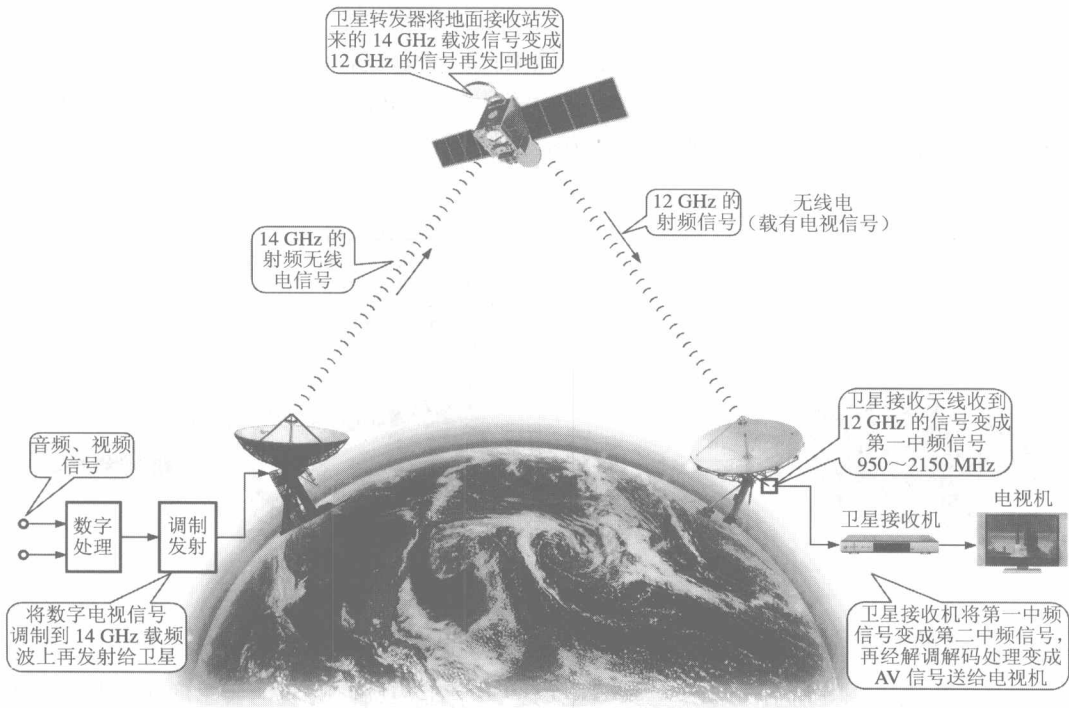


图 1-1 卫星广播系统中的相关信号

1.1.1 电波与传输

1. 电与磁的关系

(1) 电场感应磁场

我们都知道电能生磁、磁能生电的基本概念。如果一条直的金属导线中通过电流，那么



在导线周围的空间将产生圆形磁场。导线中流过的电流越大，产生的磁场越强。磁场呈圆形，围绕在导线周围，如图 1-2 (a) 所示。磁场的方向可根据右手定则得出，拇指的方向为电流方向，其余四指为磁场磁力线方向。通电的螺线管也会产生磁场，磁场的方向如图 1-2 (b) 所示。由图 1-2 (b) 可以看出，螺线管外部的磁场形状和一块条形磁铁产生的磁场形状是相同的，其磁场方向遵循右手定则。

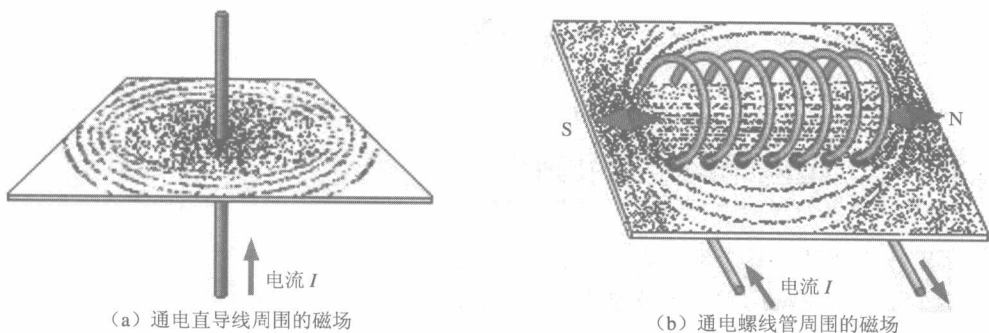


图 1-2 电场感应磁场

(2) 磁场感应电场

同样，磁场也能感应出电场，如图 1-3 所示，如果把一个螺线管两端接上检测电流的检流计，在螺线管内部放置一根磁铁。当把磁铁很快地从螺线管中抽出时，可以看到检流计指针发生了偏转，而且磁铁抽出的速度越快，检流计指针偏转的程度越大。同样，如果把磁铁插入螺线管，检流计也会偏转，但是偏转方向和抽出时相反。

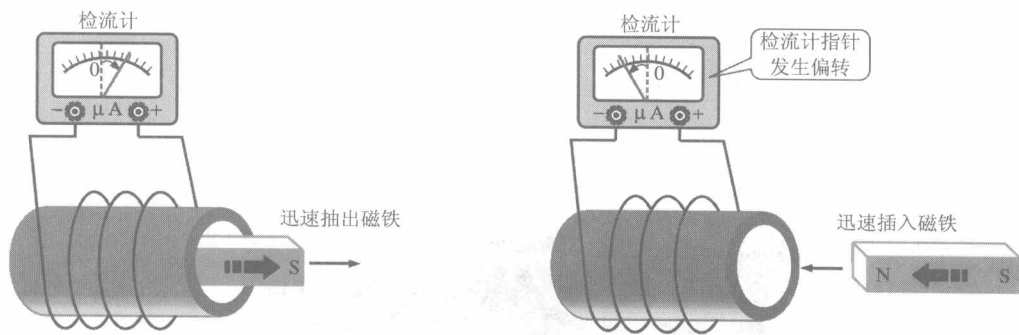


图 1-3 磁场感应电场

2. 电波的形成

从电场和磁场相互感应的特性可知，电场会感应出磁场，磁场也会感应出电场，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，电波的形成如图 1-4 所示。

3. 电波的发射

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，垂直/水平天线发射和传输方式如图 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, 电波的圆极化发射和传输方式如图 1-6 所示。

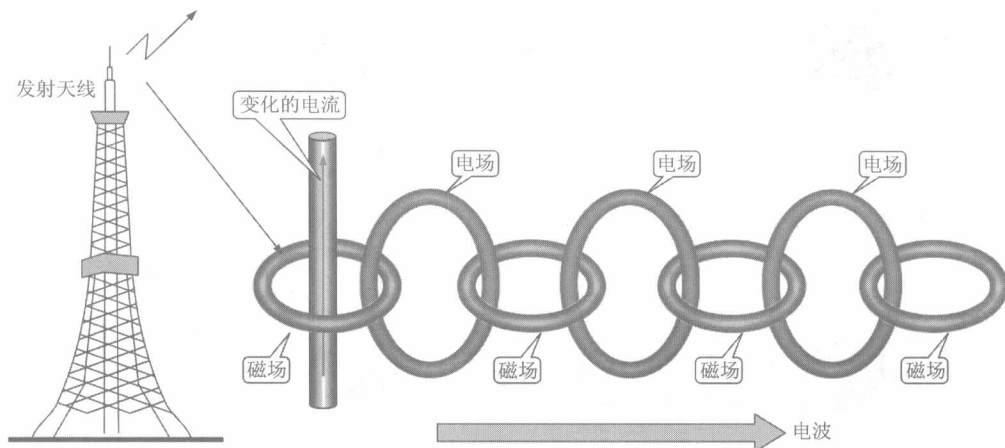


图 1-4 电波的形成

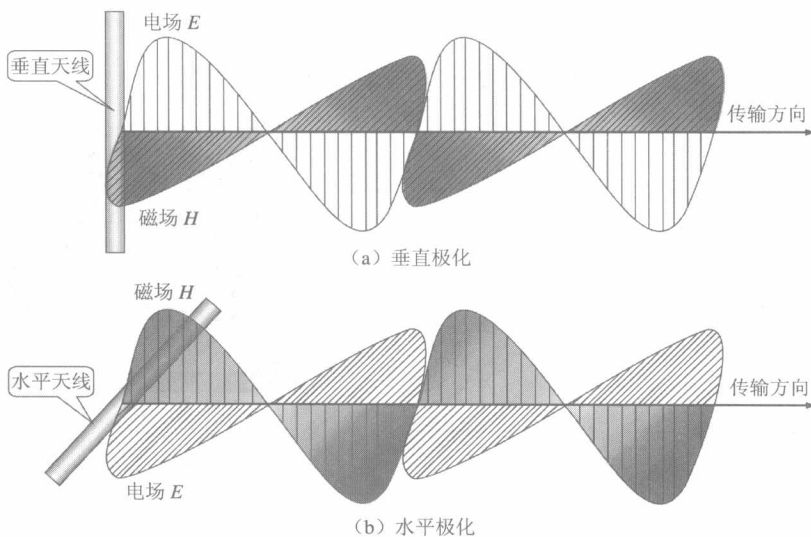


图 1-5 垂直/水平天线发射和传输方式

4. 电波的接收和发射

(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, 这个导体就被称之为接收天线, 天线导体的尺寸与接收电波的频率有很大关系。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 是半波长偶极子接收天线的示意图。

半波长是指天线的尺寸等于 $1/2\lambda$ (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的电荷, 因而这种天线被称为双极天线, 即偶极子天线。

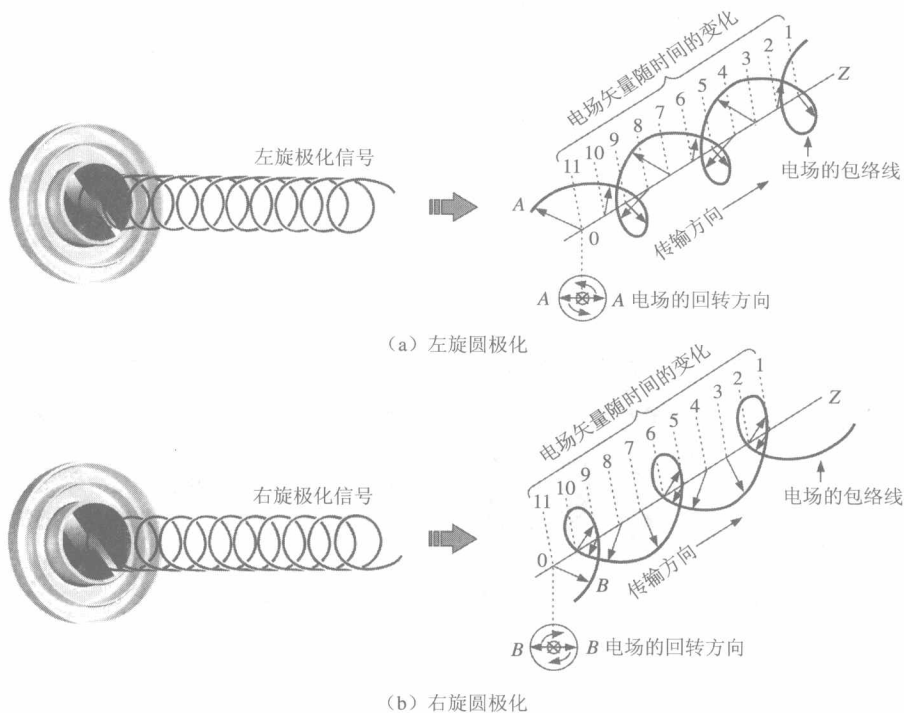


图 1-6 电波的圆极化发射和传输方式

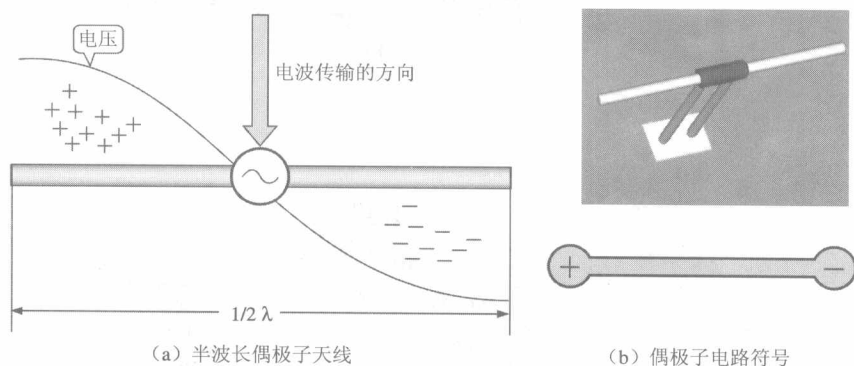


图 1-7 半波长偶极子接收天线

(2) 环形天线

接收电波的天线制成环形,被称为环形天线,这种天线的灵敏度与天线环面的方向有关,环形接收天线如图 1-8 所示。天线环面与电波传输的方向平时灵敏度最大,垂直时灵敏度最小。

(3) 八木天线

在广播电视系统中常使用在铁氧体磁棒上绕有线圈的八木天线。铁氧体是一种磁性材料,线圈绕在磁棒上可以增加其电感量的值。

八木天线都具有方向性,方位不同时对信号接收的灵敏度也不同。当铁氧体与磁场方向



水平时,接收灵敏度最高,因此在安装时应注意它的方向,并将其调整到最佳状态位置,杆状接收天线如图 1-9 所示。

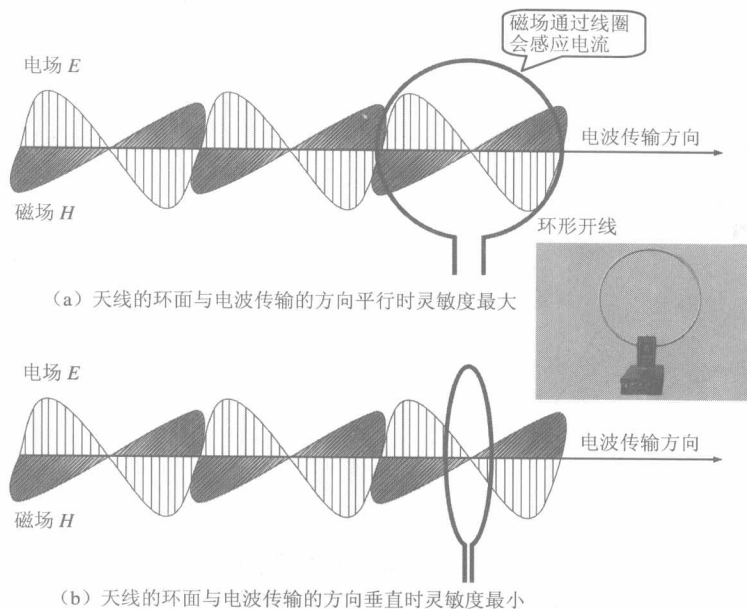


图 1-8 环形接收天线

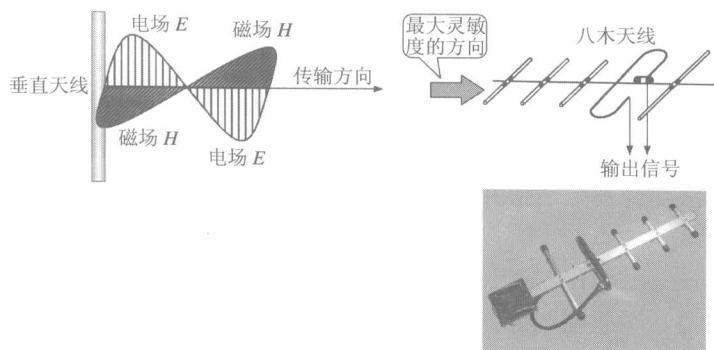


图 1-9 杆状接收天线

1.1.2 电波与频率的特性

1. 电波的波长与频率特性

电波的波长与传输方式有关,电波传输路径如图 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(包围在地球外面的球形层)的影响是不同的。

(1) 长波

长波(0.5 MHz 以下)的无线电信号常用于广播,传输距离近,穿透建筑物的能力比较强,有些地方使用长波作为广播节目的传输,但是并不广泛,使用长波传输的节目比较少。

(2) 中波

中波(0.5~1.6 MHz)通常是由地面波(或称地上波)传输的,因此传播距离比较近,



只有几十至上百公里的范围。由于在传播过程中,中波会发生衰减,一般只能作为各大中城市的广播电台传播广播节目(只传播声音)的载波。但是当到了晚上,中波也可以靠电离层的E层的反射束传输,因此中波广播在晚上的传播距离比白天远。

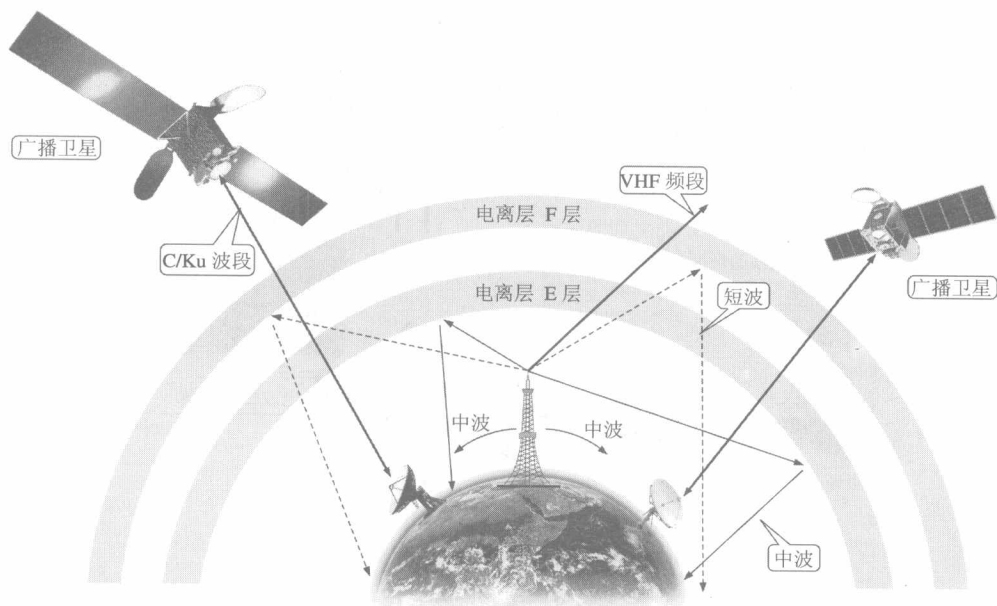


图 1-10 电波传输路径

(3) 短波

短波(1~30 MHz)在传输过程中衰减比较小,遇到电离层可以穿透电离层的E层。但是遇到电离层的F层便会发生反射,由于电波的反射可能传输到地球的表面,因此可以传播得很远,通常可用来作为洲际通信和广播的载波。

(4) VHF 频段

VHF 频段(30~300 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,因此其具有直接传播、不能绕过物体的传播特点,被用于作为传播电视节目的载波。因此必须使用高塔、升高天线来覆盖更大的面积。

(5) C 波段、Ku 波段

C 波段是3~4 GHz的微波波段,Ku 波段是12~14 GHz的微波波段,这两种信号的电波都能穿透电离层,卫星通信和广播利用这些频段。

2. 不同频段电波的应用

(1) 中波广播

中波广播电台的节目是525~1605 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,中波广播节目的传输如图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(AM)的方式,由于靠电离层反射,会受到时间和季节的影响,接收往往不是很稳定。

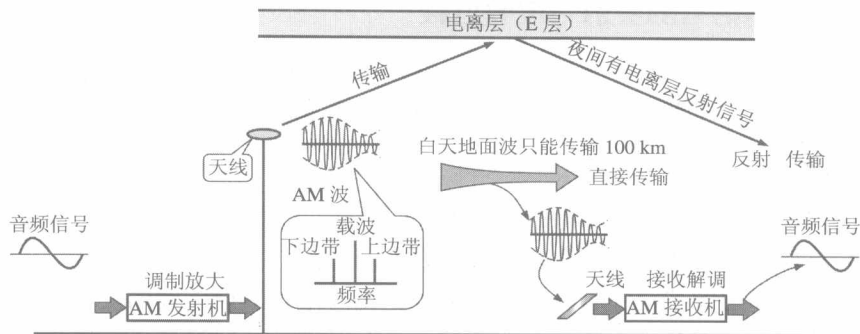


图 1-11 中波广播节目的传输

(3) VHF 频段的 FM 广播

FM 立体声广播的频段为 $88\sim 108\text{ MHz}$ ，由于此段的信号会穿透电离层，因此采用直线传输方式，VHF 频段的 FM 广播如图 1-12 所示。

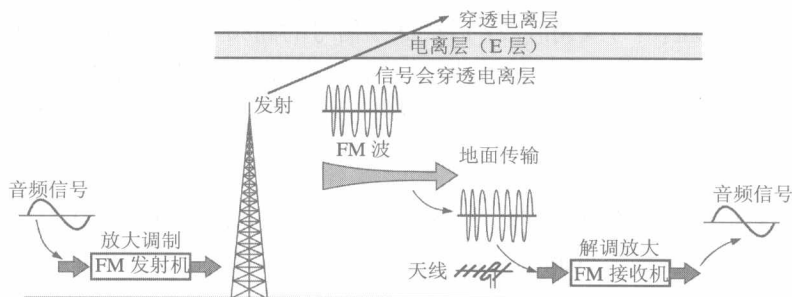


图 1-12 VHF 频段的 FM 广播

(4) 电视信号

$30\sim 1000\text{ MHz}$ 的无线电信号具有直线传播的特性，不能绕过物体传播。传输电视节目就使用这段信号作为载波。

电视信号是图像和伴音的合成信号，它的载波频率高、频带宽。摄像机将景物、人物的光图像变成电信号，再经过对信号的处理及编码变成视频图像信号；话筒将声波的振动变成电信号，即音频信号。视频图像信号和音频信号不能直接进行发射和传输，需要先采取一些技术手段调制，例如，图像信号采用调幅调制的方式，伴音信号采用调频调制的方式，然后再合成为一个信号调制到无线电载频上，由无线电载波发射出去，传输到各地，电视信号的发射和传输过程如图 1-13 所示。

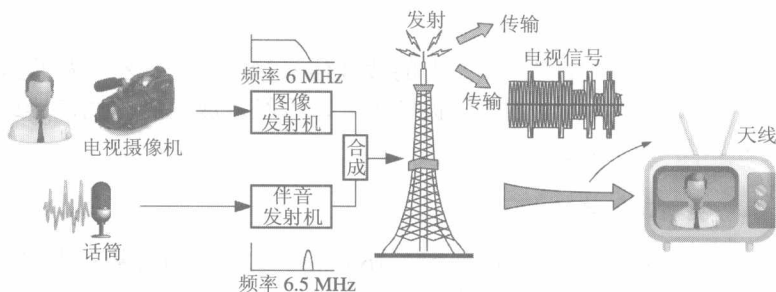


图 1-13 电视信号的发射和传输过程



1.1.3 无线电信号的发射与接收过程

无线电信号的发射与接收,实际上就是无线电调制与解调的过程,在学习无线电信号的发射与接收过程之前,先来了解一下调制和解调的基本方法。

1. 调制和解调

在实际的通信和广播中,需要传输电视节目、音乐节目和数据信息等。需要传输的这些内容不能直接通过天线传输出去,原因主要有两方面:

- (1) 语音信号和图像信号的频率低、传输的距离有限,发射天线的尺寸太大;
- (2) 大家都把自己需要的语音信号和图像信号发射到天空中去会形成严重的互相干扰而无法正常传输。

如果用不同频率的高频信号作为这些低频信号的运载工具,就能使低频信号的传送和干扰问题迎刃而解。高频信号(大于 500 kHz)容易发射、能量耗损小,而且所需天线较短,是理想的运载工具。把低频信号附加在高频信号上,然后将含有低频信号特征的高频信号发射出去,达到利用高频信号运载低频信号的目的。将低频信号附加在高频信号上的过程叫做调制;被附加上的低频信号叫做调制信号或调制波;运载低频信号的高频等幅正弦信号叫做载波信号或载波;经调制后的高频信号叫做已调波信号或已调波。在接收端,天线接收到高频已调波信号后,通过解调器取出低频调制信号;将调制信号从已调波信号中取出来的过程叫解调。

2. 调制与发射

调制与发射,就像人们外出旅行,首先要选择交通工具,是乘火车还是坐飞机,通过交通工具将我们运输到目的地。调制和发射的过程如图 1-14 所示。

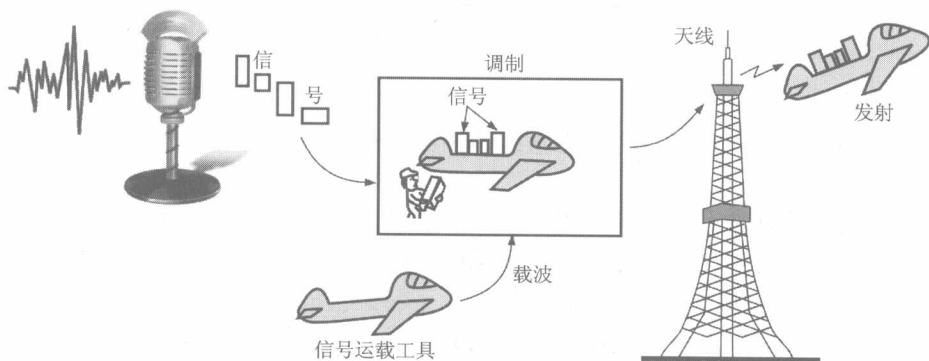


图 1-14 调制和发射的过程

3. 解调与接收

解调与接收,就是接收机先将天线发射的载波信号接收下来,然后从载波信号上将所调制的低频信号检波出来,并将无线电信号提取出来,再经过放大后由扬声器或显示屏还原。解调和接收的过程如图 1-15 所示。

4. 无线电信号发射的基本过程

无线电信号发射机的基本组成框图如图 1-16 所示。它主要由音频放大器、高频载波振荡器、调制器和功率输出放大器 4 部分构成。其工作过程大致如下。

首先通过一种转换装置(如话筒)将信息转换成相应的电信号,再经音频放大器放大后



送至调制器，与此同时，由高频载波振荡器产生的正弦载波信号也送至调制器，调制器利用音频信号对高频载波信号进行调制，使之成为已调波，然后进一步放大发射出去。图 1-16 中以调幅为例画出了各部分的输出波形。

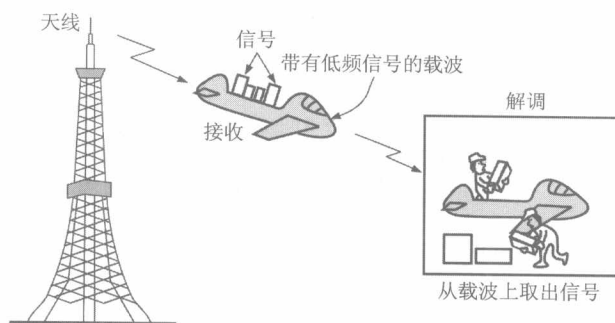


图 1-15 解调和接收的过程

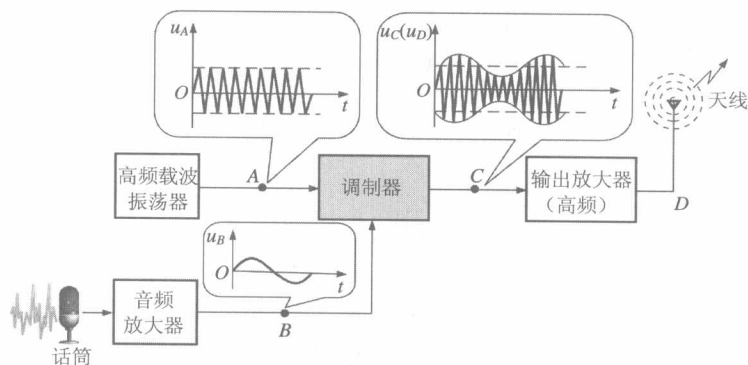


图 1-16 无线电信号发射机的基本组成框图

5. 无线电信号接收的基本过程

无线电信号接收机的基本组成框图如图 1-17 所示。它主要包括选频放大器、检波器和音频放大器 3 部分。其工作过程大致如下。

选频放大器从天线所接收到的不同频率的无线电信号中选出所需的信号来，把其他不需要的信号滤除掉，经放大后送入检波器。检波器的作用就是从已调制的高频信号中取出调制信号（即音频信号）。该信号足够放大后送至扬声器，扬声器是一个电声转换装置，它把电信号转换成声音信号，供接收者收听。图 1-17 中也以调幅为例画出了各点的信号波形。

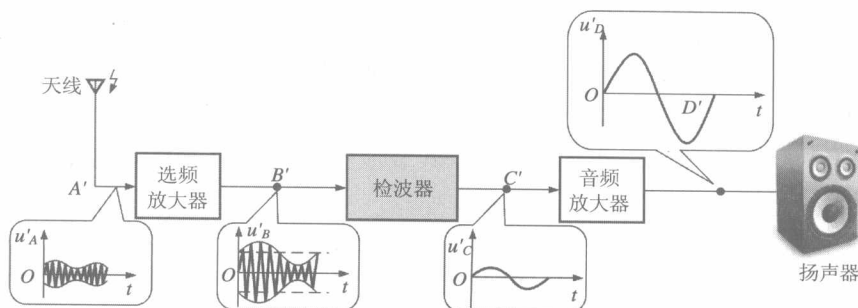


图 1-17 无线电信号接收机的基本组成框图