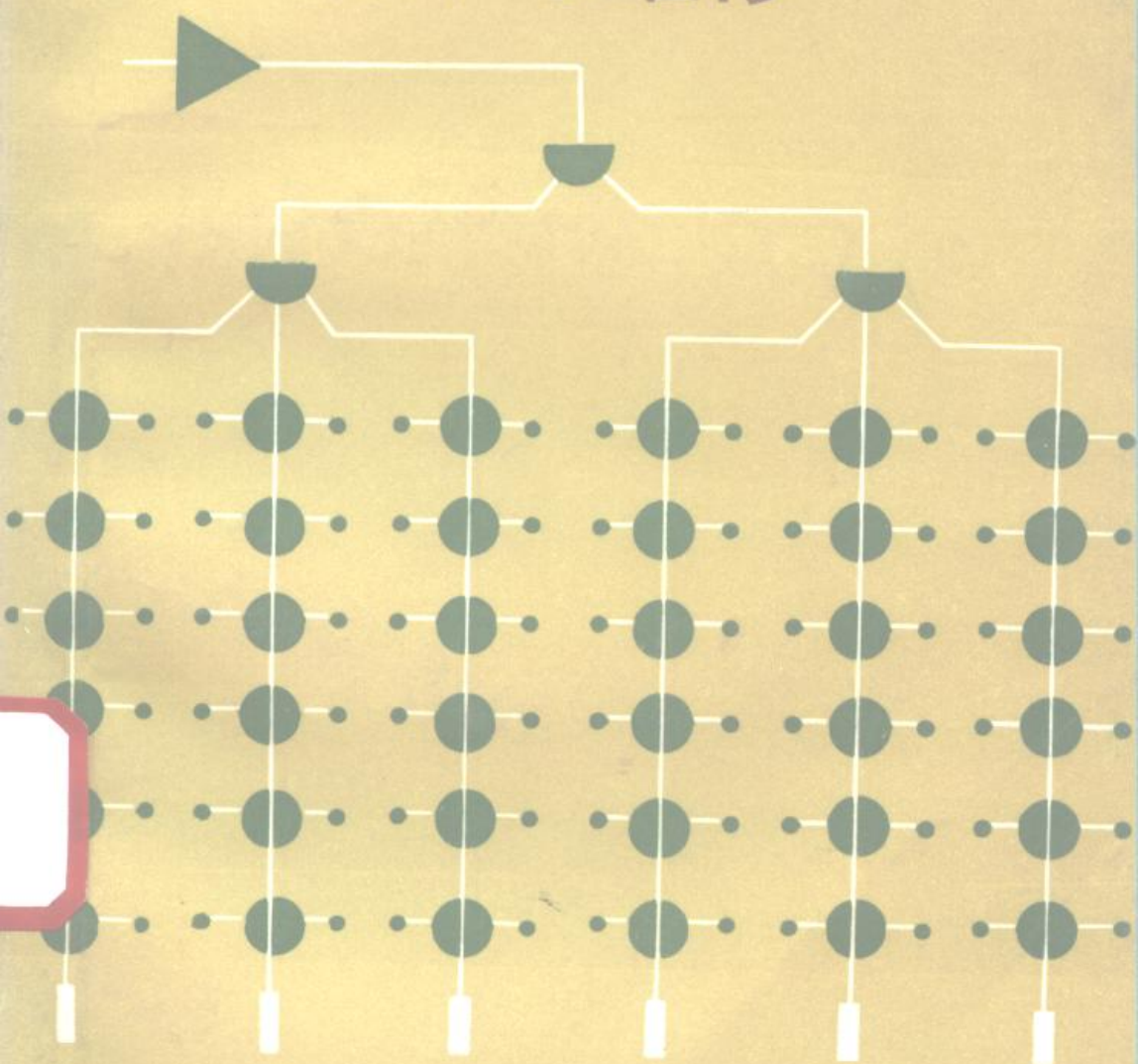


中小型 有线电视系统的 设计与维修



金盾出版社

中小型有线电视系统
的设计与维修

胡廷纲 王成璞 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书共七章。系统叙述了有线电视的组成和基本工作原理,介绍了中小型有线电视系统的工程设计方法和施工、调试、验收、维修中应注意的问题,对卫星电视信号的接收、邻频传输、双向传输和微波多路分配系统等新技术作了初步介绍。书中收集的有关工程设计中常用的经验公式和图表,对指导工程设计、调试和维修等工作有一定的实用价值。

本书供中等文化程度、从事有线电视工作的技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中小型有线电视系统的设计与维修/胡廷纲,王成璞编著.
—北京:金盾出版社,1995.12

ISBN 7-5082-0076-4

I. 中… II. ①胡…②王… III. ①闭路电视-电视系统-系统设计②闭路电视-电视系统-维修 IV. TN943.6

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:8214039 8218137

传真:8214032 电挂:0234

封面印刷:北京文物出版社印刷厂

正文印刷:北京1202工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:9.5 字数:209千字

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数:1—21000册 定价:8.90元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着我国广播事业和城乡建设事业的发展,越来越多的用户将通过电缆来收看众多的、高质量的电视节目。因此,“有线电视”(又称“电缆电视”)这个名词也逐渐被人们所熟悉。

有线电视的规模可大可小。大可大到对整个城市或区域的有线电视进行联网;小则可小到与原先的共用天线电视相类同。共用天线电视是有线电视最初的形式。为区别两者,原共用天线电视用“MATV”来表示,而“CATV”则代表有线电视。

本书介绍的是有关有线电视的基本知识和中、小型有线电视系统的工程设计、安装调试、日常维护和常见故障的排除。并对邻频传输、卫星电视接收、多路微波分配系统和双向传输等新技术也作了简要介绍。

本书在编写过程中避开了对系统及系统所用部件的理论叙述和繁琐的数学推导,着重介绍其在工程中的应用和工程设计中常用的经验公式和图表,使具有一定无线电基础知识和技能的人员在阅读完本书后能基本上掌握中、小型有线电视系统的设计和维修的能力。

由于编者的水平有限,谬误之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

1994. 12

目 录

第一章 有线电视系统综述和基础知识

一、电视图像的传输·····	(1)
二、电磁波的传播·····	(1)
(一)电磁波是怎样产生的·····	(2)
(二)电磁波的特性·····	(3)
(三)无线电波频段的划分及传播方式·····	(6)
三、广播电视信号的传播距离和场强·····	(8)
(一)最大距离的确定·····	(8)
(二)电视信号场强的估计·····	(9)
四、有线电视简述·····	(12)
五、有线电视系统的现状与发展·····	(14)
(一)系统规模不断扩大·····	(15)
(二)采用邻频技术和增补频道的方法来增加系统 的传输容量和传输距离·····	(15)
(三)双向传输·····	(17)
(四)多路微波分配系统(MMDS)·····	(17)
六、传输线概述·····	(18)
(一)传输线的种类和构造·····	(18)
(二)同轴电缆的特性和选择·····	(21)
(三)电缆的选用·····	(26)
七、电视接收天线概述·····	(26)
(一)天线的基本概念·····	(26)

(二)电视接收天线的要求、分类和选用	(32)
八、计量的分贝制	(36)
(一)分贝(dB)的定义	(36)
(二)分贝在有线电视系统中的应用	(37)
第二章 有线电视系统的基本组成	
一、系统节目源部分(前端)	(40)
(一)系统节目源的来源	(40)
(二)系统节目源的制作	(42)
二、系统的传输部分(传输干线)	(43)
三、系统的分配部分(分配网络)	(43)
四、系统的防雷和供电部分	(45)
第三章 有线电视系统所用的基本部件	
一、系统的有源部件	(46)
(一)放大器的主要技术指标	(46)
(二)放大器的种类	(61)
(三)天线放大器	(63)
(四)频道放大器	(65)
(五)宽带放大器(功率放大器)	(67)
(六)干线放大器	(69)
(七)导频信号发生器	(77)
(八)频率变换器(频道转换器)	(79)
(九)信号处理器(频道处理器、邻频处理器)	(83)
(十)电视调制器	(84)
二、系统的无源部件	(88)
(一)滤波器	(88)
(二)混合器	(91)
(三)分支器	(95)

(四)分配器	(98)
(五)衰减器	(100)
(六)均衡器	(102)
(七)保安器	(104)
(八)可调陷波器	(105)
(九)用户终端盒和分支串接单元	(106)
第四章 有线电视系统的设计	
一、系统设计在工程中的作用和地位	(109)
二、系统设计的依据和步骤	(109)
(一)系统设计的依据	(109)
(二)系统设计的步骤	(111)
三、系统的工程设计	(112)
(一)前端的工程设计	(113)
(二)分配网络的工程设计	(129)
(三)传输干线的工程设计	(142)
四、系统新技术应用综述	(153)
(一)邻频道传输技术的应用	(154)
(二)卫星电视信号的接收技术	(159)
(三)多路微波电视传输分配系统	(177)
(四)双向传输技术在系统中的实现	(181)
第五章 有线电视系统的安装与调试	
一、系统安装前的准备工作	(189)
(一)施工方案的确定	(189)
(二)系统所用器材的购置	(190)
二、天线、前端与分配网络的安装	(192)
(一)系统接收天线的安装	(192)
(二)系统前端与传输干线的安装	(200)

附录 VI	常用分贝表.....	(269)
附录 VII	反射损耗与电压驻波比对照表.....	(273)
附录 IX	亚洲上空卫星电视分布表.....	(274)
附录 X	世界主要国家及地区电视频道划分表.....	(284)

第一章 有线电视系统综述和基础知识

一、电视图像的传输

电视图像的传输主要是通过摄像机,将反映图像的光信号转变成电信号。然后,将电信号通过传输通道传送到目的地,在目的地再通过显示装置,将电信号转变成光信号使图像重现,于是就完成了电视图像的传送。

常见的传输通道有两种:一是将代表图像的电信号直接通过线缆(如电缆、光缆)传到目的地。二是将代表图像的电信号调制到某一载频上,通过发射天线以电磁波的形式发射到空间,向周围传播。在目的地,通过接收天线接收该电磁波,经过解调装置(去掉载频)恢复代表图像的电信号。前者在发送与接收之间是有线缆连接着的,常用于工业监视、安全警戒等场合,通常称之为应用电视。后者在发送与接收之间是“无线”的,我们日常生活中的广播电视、卫星直播电视就是属于无线的。

二、电磁波的传播

电磁波通常包括无线电波、紫外线、可见光线和红外线等,它和日常所见的机械波(如声波)有本质上的不同。机械波通常需要依靠某种媒质(如水、空气)才能传播,而电磁波却能在真空中传播。但它们也有共同的地方,例如在传播时都具有一定的速度,并伴随着能量的传播。在不均匀的媒质中传播时会产生反射、折射和绕射等现象。

(一)电磁波是怎样产生的

根据电磁场理论,在变化的电场周围会产生磁场,在变化的磁场周围会产生电场。换言之,就是电场的变化产生磁场,磁场的变化又能产生电场。这样,磁场和电场的反复交替变化就形成了电磁场运动,并以一定的速度向周围空间传播出去,就形成了通常所指的电磁波。图 1-1 是电磁波形成的示意图。

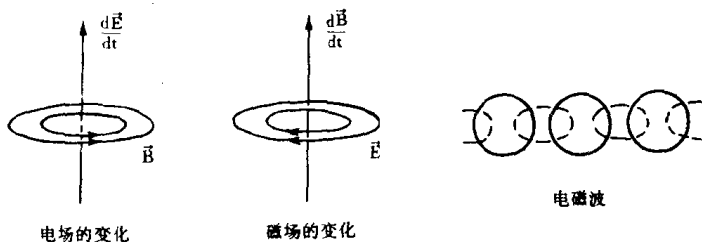


图 1-1 电磁波形成示意图

电磁波在真空中以每秒 30 万公里的速度传播,理论上进一步证明:电磁波实际上是由电场波和磁场波所组成,而且电场波、磁场波及它们的传播方向三者是互相垂直的。图 1-2 表示三者在空间的关系(图中所示的电场波和磁场波是按正弦规律变化的)。

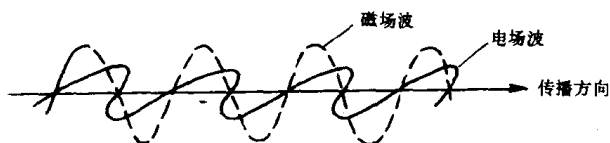


图 1-2 正弦电磁波传播示意图

(二)电磁波的特性

电磁波除了有波长、频率、周期和传播速度等特性以外,还有其它一些特性,它能直接影响到电视信号接收的效果。如电磁波的极化,电磁波在传播过程中的衰减、反射、绕射和折射等现象。

1. 电磁波的极化

为了提高传输效果,一般对被应用的电磁波的传播模式进行控制(或预置),对电磁波电场矢量的方向、大小进行的控制称作电磁波的极化,极化方式一般分为三种:即线极化、圆极化和椭圆极化,图 1-3 是电磁波极化的示意图。

我们规定:电磁波在传播过程中,某电场矢量的方向始终保持不变,而仅是它的大小随着时间变化,这种电磁波称为线极化电磁波,如果线极化电磁波中的电场矢量在传播过程中始终垂直于地面,称为垂直极化波[如图 1-3(a)所示];在传播过程中,电场矢量始终平行于地面,称为水平极化波[如图 1-3(b)所示]。

假如电磁波在传播过程中电场矢量在水平、垂直方向上均有分量(即电场矢量的方向随时间而改变),而其合成后的电场矢量的大小始终保持不变,这样的电磁波称之为圆极化波。圆极化波又按电场矢量方向变化规律的不同而分为左旋转圆极化波和右旋转圆极化波两种。沿着电磁波传播的方向观察,若电场矢量的方向按逆时针方向旋转,则称之为左旋转圆极化波[如图 1-3(c)所示]。若电场矢量的方向按顺时针方向旋转,则称之为右旋转圆极化波[如图 1-3(d)所示]。

椭圆极化波是指在传播过程中,其电场矢量的大小和方向均随时间而变化的电磁波。在接收电磁波时,接收天线的类型和架设方法必须与欲接收的电磁波的极化形式相适应,否

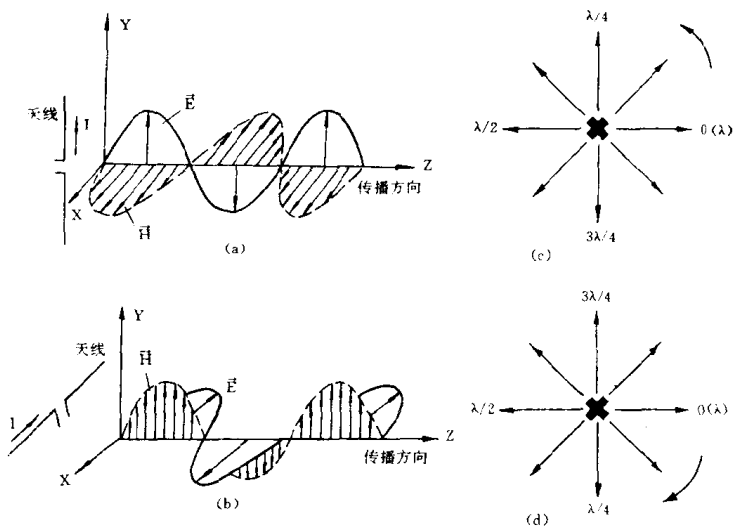


图 1-3 电磁波的极化示意图

(a)垂直极化波 (b)水平极化波

(c)左旋转圆极化波 (d)右旋转圆极化波

则将大大降低接收效果。严重时甚至会收不到欲接收的电磁波。

通常,电视台发射的电磁波是水平极化的,而广播电台发射的电磁波是垂直极化的。有的卫星发射的电视信号是采用圆极化的电磁波(例如苏联的 714 兆赫卫星)。

2. 电磁波的绕射、反射和折射

电磁波在均匀和各向同性的媒质中是以恒定的速度沿着直线进行传播。事实上,大地的存在和大气构造的复杂性都会对电磁波的传播产生影响。

根据绕射理论,当障碍物的几何尺寸和波长可以相比拟时,绕射现象就特别显著,也就是说电磁波可以绕过障碍物继

续向前传播[见图 1-4(a)]。当障碍物的几何尺寸大大超过电磁波的波长时,绕射能力将变得十分微弱,这意味着电磁波将受到障碍物的阻挡而不能向前继续传播。

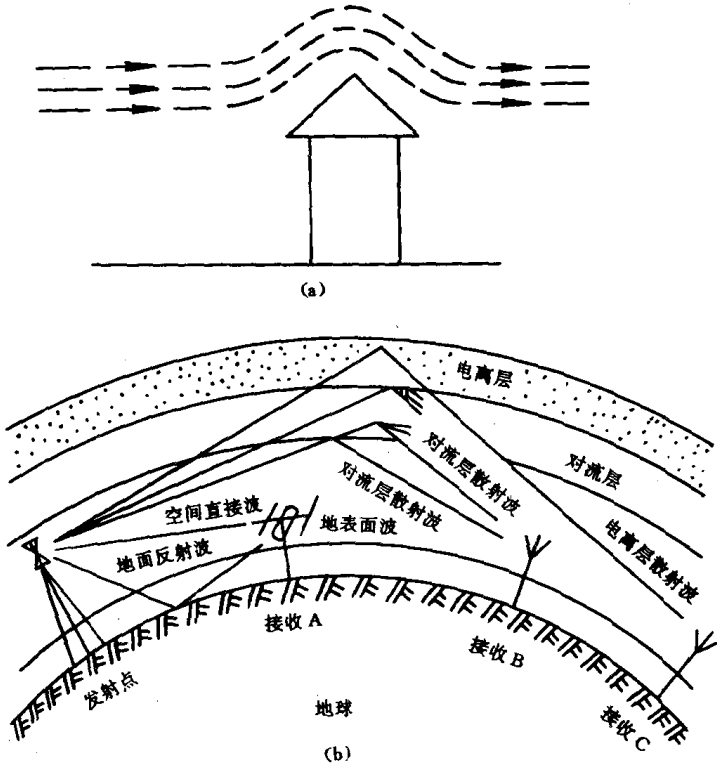


图 1-4 电磁波的绕射、反射和折射

(a) 绕射示意 (b) 反射、折射示意

在位于距地面 80~400 公里高度的大气中,存在着电离区域——电离层,电磁波在传播过程中遇到电离层时都要产

生反射或折射,而且同一电离层对不同波长的电磁波的折射率是不一样的,这就造成某些波长的电磁波在经过多次反射、折射以后又返回地面,而某些波长的电磁波就穿过电离层远离地球而射向宇宙[见图 1-4(b)]。

(三)无线电波频段的划分及传播方式

1. 无线电波频段的划分

无线电波通常是指频率从数千赫(kHz)到数百吉赫(GHz)的电磁波,它们都具有电磁波的共同特性,又有各自的特殊性。根据它们的特点,习惯上可划分为下列各频段,见表 1-1。

表 1-1 无线电波频段的划分

波段名称		波长范围	频段名称	频率范围
长波	极长波	$>1\times10^5\text{ m}$	极低频 ELF	$<3\text{ kHz}$
	超长波	$1\times10^5\sim1\times10^4\text{ m}$	甚低频 VLF	$3\sim30\text{ kHz}$
	长 波	$1\times10^4\sim1\times10^3\text{ m}$	低 频 LF	$30\sim300\text{ kHz}$
中波	中 波	$1\times10^3\sim1\times10^2\text{ m}$	中 频 MF	$300\text{ kHz}\sim3\text{ MHz}$
短波	短 波	$100\sim10\text{ m}$	高 频 HF	$3\sim30\text{ MHz}$
	超短波	$10\sim1\text{ m}$	甚高频 VHF	$30\sim300\text{ MHz}$
微波	分米波	$10\sim1\text{ dm}$	特高频 UHF	$300\text{ MHz}\sim3\text{ GHz}$
	厘米波	$10\sim1\text{ cm}$	超高频 SHF	$3\sim30\text{ GHz}$
	毫米波	$10\sim1\text{ mm}$	极高频 EHF	$30\sim300\text{ GHz}$

2. 无线电波的传播方式

无线电波的传播方式主要有地面波、天波和空间波三种。

(1)地面波 沿着地球表面传播和由于绕射现象而部分地绕过地球凸出部分传播的无线电波,称为地面波,又称地

波。对于波长较长的无线电波来说,地面波传播衰减最小,故无线电波中的长波和中波均以地面波方式传播。

(2)天波 无线电波经电离层一次或多次反射和折射后环绕地球进行长距离传播的无线电波,称为天波,又称电离层波。由于波长较短的无线电波在以地面波方式传播时衰减很大,所以天波是短波的主要传播方式。

(3)空间波 对于超短波波段的无线电波来讲,由于频率太高而穿透电离层不再返回地球,故不能靠天波来进行传播。同时,地面上的建筑物、高山及森林等,它们的几何尺寸远远大于无线电波的波长,阻挡现象严重,所以也不能靠地波来传播。因此,只能增高发射天线和接收天线的高度,依靠无线电波的直射波和被障碍物反射的反射波所组成的空间波来传播。电视台的广播电视信号就是以空间波的形式为主来传播的。图 1-5 是三种传播形式的示意图。表 1-2 列出了各频段无线电波的传播方式。

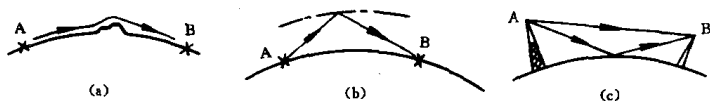


图 1-5 无线电波的三种传播方式

(a)地波 (b)天波 (c)空间波

表 1-2 无线电波各频段的传播方式

波段范围	无线电波传播方式
极长波	以地面波形式传播为主
超长波	以地面波形式传播为主
长 波	远距离依靠地波,近距离依靠天波
中 波	白天因天波衰减大,主要靠地波,晚上两者均可
短 波	近距离(几十公里)靠地波,远距离靠天波
超短波	地面波衰减大,天波能穿透电离层,只能靠空间波
微 波	近距离靠空间波,远距离通过大气中的电离层和对流层的散射来传播

三、广播电视信号的传播距离和场强

(一)最大距离的确定

广播电视信号所使用的频段属甚高频和超高频范围,它主要是以空间波的形式通过大气层作视距传播。根据地球的半径和发射,接收天线的高度就能计算出最大视距。最大视距是用发射、接收天线的连线与地球表面相切后的发射站与接收站间地球的 BC 段弧长 d_0 来表示的。图 1-6 是最大视距的示意图,根据图 1-6 的几何关系, d_0 可用公式(1-1)来计算。

$$d_0 = \sqrt{2R}(\sqrt{h_T} + \sqrt{h_R}) = 3.57(\sqrt{h_T} + \sqrt{h_R}) \quad (1-1)$$

式中 R ——地球半径($R=6370\text{km}$);