

农村卫星电视 与有线电视实用技术

刘修文 主编



金盾出版社

农村卫星电视与有线电视实用技术

刘修文 主 编

金盾出版社

内 容 提 要

本书以浅显易懂的方式介绍了卫星电视接收和有线电视传输中最实用的知识和技术,内容包括电磁波与传播、接收天线,接收天线的选用、安装与调试,高频头的作用与选用,卫星数字电视接收机的使用与调试,“村村通”直播卫星电视的接收与调试,卫星数字电视接收机的常见故障检修,有线电视前端设备,有线电视光缆传输与同轴电缆传输,有线数字电视传输与接收,有线电视常见故障的维修,多路微波分配系统(MMDS)等。

本书适合基层有线电视从业人员、卫视发烧友、电子技术爱好者、中小學生及广大青少年阅读,也可作为职业学校相应专业及广电系统“村村通”技术培训班的教材,还可供广大电器维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

农村卫星电视与有线电视实用技术/刘修文主编. —北京:金盾出版社,2010.3
ISBN 978-7-5082-6044-0

I. 农… II. 刘… III. ①卫星广播电视—接收技术 ②有线电视—接收技术 IV.
TN948.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 189859 号

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:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京金盾印刷厂

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:永胜装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:462 千字

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~8 000 册 定价:38.00 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

“村村通”广播电视工程是国家为解决农村和边远地区看电视难而开展的惠农工程,“十一五”期间,中央财政安排 34 亿元给予补助,推进 71.66 万个 20 户以上自然村“盲村”村村通建设。这些自然村“盲村”都分布在边远山区和贫困地区,自然环境恶劣,采用无线和有线的的方式都难以解决,因而只能依靠直播卫星的方式加以解决。

为适应农村广播电视事业的发展,满足广大基层广播电视从业人员在新形势下进行业务学习的需求,作者在总结多年从事有线电视技术工作实践经验的基础上,参考大量国内最新专业书刊及相关产品资料,编写《农村卫星电视与有线电视实用技术》一书。

本书内容涵盖面广。内容包括电磁波与接收天线选用、安装与调试等基础知识,卫星数字电视接收、有线电视和多路微波传输实用技术、卫星数字电视接收机及其常见故障检修、有线数字电视传输与接收及其常见故障的维修。本书以实用为原则确定编写内容,以实践讲述检修思路,借实例分析常见故障,全书精选了 100 多个卫星数字电视接收机和有线电视不同故障现象的维修实例,读者若能举一反三,融会贯通,必定能排除卫星电视与有线电视中的各种疑难故障。书中每章开头均有本章导学及要点,在书中穿插了知识链接,帮助读者快速掌握。书中除提供电原理图外,还有许多实物照片,以增强读者的感性认识。

在编写过程中,得到《中国有线电视》杂志社李明德总编的精心指导。为使书中内容能够反映国内卫星电视与有线电视技术的发展动态,作者查阅并引用了《中国有线电视》、《有线电视技术》及《电子报》等专业技术刊物上有关维修实例,在此,对李明德总编及参考文献的作者表示诚挚的谢意。参加本书编写、插图、绘图工作的还有周冬桂、刘旭毅、廖惠玲、刘静敏、罗志凌等。

鉴于卫星电视与有线电视技术日新月异地发展,以及作者水平有限,书中难免存在疏漏与不足,殷切希望专家和同行不吝赐教。

编 者

目 录

第1章	基础知识	1
1.1	电磁波	1
1.1.1	电磁波	1
1.1.2	电磁波的传播	3
1.1.3	电磁波的极化	5
1.1.4	电磁波的强度	6
1.2	天线	7
1.2.1	天线的作用与互易性	7
1.2.2	引向天线(八木天线)	8
1.2.3	卫星接收天线	11
1.3	接收天线的选用、安装与调试	13
1.3.1	V(U)波段电视接收天线的选用与安装	13
1.3.2	卫星接收天线的选用与安装	15
1.3.3	卫星接收天线的调试	19
第2章	卫星电视的集体接收	26
2.1	卫星电视接收系统简介	26
2.1.1	卫星电视广播系统的组成	26
2.1.2	卫星广播波段与频道的划分	27
2.1.3	气候与季节对卫星信号的影响	29
2.1.4	卫星电视接收系统	31
2.1.5	卫星数字电视有条件接收	32
2.2	高频头	34
2.2.1	高频头的作用与组成	34
2.2.2	高频头的种类	35
2.2.3	高频头的选用	38
2.2.4	高频头故障维修	38
2.3	卫星数字电视接收机	43
2.3.1	专业级卫星数字电视接收机简介	43
2.3.2	卫星数字电视接收机的硬件组成	45
2.3.3	卫星数字电视接收机的软件组成	49
2.4	卫星数字电视接收机的使用与调试	49

2.4.1 接收前的准备工作及注意事项	49
2.4.2 菜单操作方法	51

第3章 卫星电视的个体接收

3.1 家用级卫星数字电视接收机	53
3.1.1 家用级卫星数字电视接收机简介	53
3.1.2 板载调谐器	54
3.1.3 国产解码芯片	56
3.1.4 分立元件开关电源	58
3.2 卫星电视个体接收技能与技巧	62
3.2.1 接收卫星数字电视信号的关键与技巧	62
3.2.2 转星调整的简便方法	64
3.2.3 卫星接收天线的倒装	66
3.2.4 一锅多星的接收	67
3.3 “村村通”直播卫星电视的接收	73
3.3.1 中星9号直播卫星简介	73
3.3.2 圆极化波的接收	74
3.3.3 中星9号直播卫星专用接收机	76
3.3.4 中星9号直播卫星的接收与调试	81
3.3.5 中星9号专用接收机的序列号与软件升级	85

第4章 卫星数字电视接收机的常见故障检修

4.1 检修的基本方法与技巧	87
4.1.1 检修的基本方法及其应用	87
4.1.2 小元件的拆卸和焊接	96
4.1.3 贴片集成电路的拆卸和焊接	97
4.1.4 使用热风枪的注意事项	98
4.2 卫星数字电视接收机电源电路故障检修思路与实例	99
4.2.1 电源电路故障的检修思路	99
4.2.2 电源电路故障维修实例	100
4.3 卫星数字电视接收机音、视频输出电路故障检修思路与实例	106
4.3.1 电视图像正常,出现无伴音的检修思路	106
4.3.2 电视图像正常,出现无伴音故障维修实例	107
4.3.3 有电视伴音,无图像或图像异常的检修思路	109
4.3.4 有电视伴音,无图像或图像异常故障维修实例	110
4.4 电视屏幕显示“无卫星信号”的检修思路与实例	112
4.4.1 电视屏幕显示“无卫星信号”的检修思路	112
4.4.2 电视屏幕显示“无卫星信号”故障维修实例	113

4.5	图像出现停顿或马赛克的检修思路与实例	114
4.5.1	图像出现停顿或马赛克的检修思路	114
4.5.2	图像出现停顿或马赛克故障维修实例	115
4.6	卫星数字电视接收机出现死机的检修思路与实例	116
4.6.1	卫星数字电视接收机出现死机的检修思路	116
4.6.2	卫星数字电视接收机出现死机故障维修实例	117
第5章	有线电视	119
5.1	有线电视基础知识	119
5.1.1	有线电视系统的组成	119
5.1.2	有线电视的波段划分与频道配置	121
5.1.3	分贝比与电平	124
5.2	模拟电视前端设备	126
5.2.1	主要设备简介	126
5.2.2	设备的安装	130
5.2.3	设备的调试	132
5.3	光缆传输	134
5.3.1	光缆传输基础	134
5.3.2	光缆的敷设	138
5.3.3	光缆传输网的调试	141
5.4	同轴电缆传输	143
5.4.1	电缆传输基础	143
5.4.2	电缆放大器	146
5.4.3	电缆传输网的敷设	150
5.4.4	电缆传输网的调试	154
5.4.5	电缆放大器的维修	156
5.5	有线电视室内布线	159
5.5.1	分配器与分支器	159
5.5.2	有线电视室内布线	162
5.5.3	用户终端盒的安装	166
第6章	有线数字电视传输与接收	168
6.1	数字电视前端主要设备简介	168
6.1.1	MPEG-2 编码器	168
6.1.2	MPEG-2 复用器	170
6.1.3	QAM 调制器	172
6.2	有线数字电视传输网络	174
6.2.1	HFC 双向传输	174

6.2.2	以太网无源光网络传输(EPON)	180
6.2.3	宽带接入网	184
6.3	有线数字电视机顶盒	187
6.3.1	有线数字电视机顶盒的分类	187
6.3.2	基本型有线数字电视机顶盒的组成	189
6.3.3	一体化调谐解调器	192
6.3.4	单片式解复用与解码器芯片	195
6.3.5	音频 D/A 转换器	200
6.3.6	存储器	201
6.3.7	智能卡读卡器	201
6.3.8	操作显示面板	203
6.3.9	开关电源	203
6.4	有线数字电视机顶盒的选型与使用	204
6.4.1	有线数字电视机顶盒的选型	204
6.4.2	有线数字电视机顶盒的安装	206
6.4.3	有线数字电视机顶盒的使用	208

第 7 章 有线电视常见故障的维修 211

7.1	有线电视传输网络常见故障分析与维修	211
7.1.1	光缆传输网络常见故障分析	211
7.1.2	光发射机故障分析与维修	216
7.1.3	光接收机故障分析与维修	218
7.1.4	电缆传输网络常见故障分析与维修	227
7.1.5	电缆接头故障分析与维修	232
7.2	用户分配网络常见故障分析与维修	234
7.2.1	用户终端无信号	235
7.2.2	用户终端信号弱	236
7.2.3	用户终端出现各种干扰	237
7.2.4	分配网络带电故障	238
7.3	有线数字电视常见故障分析与维修	239
7.3.1	网络故障对接收数字电视的影响	240
7.3.2	外界干扰对接收数字电视的影响	243
7.3.3	数字电视机顶盒安装不当对接收数字电视的影响	244
7.3.4	有线数字电视机顶盒安装常见故障维修实例	247
7.3.5	有线数字电视传输网络故障维修实例	249
7.3.6	有线数字电视机顶盒故障维修实例	254
7.4	数字电视综合测试仪的使用	256

7.4.1	创建用户频道表	257
7.4.2	电平测量	258
7.4.3	载噪比测量	259
7.4.4	QAM 测量	260
7.4.5	斜率/电平列表	260
7.4.6	频谱扫描	261
第 8 章	多路微波分配系统(MMDS)	263
8.1	多路微波分配系统的组成	263
8.1.1	微波传输特性	263
8.1.2	MMDS 系统的组成	264
8.1.3	MMDS 发射设备	265
8.1.4	MMDS 接收设备	266
8.1.5	下变频器的选择	267
8.2	MMDS 接收设备的安装调试与维修	269
8.2.1	接收点的选择及天线安装	269
8.2.2	馈源及下变频器的安装	270
8.2.3	接收系统调试	270
8.2.4	MMDS 接收系统故障分析与维修实例	270
8.3	数字电视 MMDS 与 MUDS 传输	272
8.3.1	数字电视 MMDS 发射系统组成	272
8.3.2	模拟单频道发射机数字化改造	274
8.3.3	发射设备的安装调试	276
8.3.4	用户接收	276
8.3.5	数字电视 MUDS 传输	277
附录 A	全国主要城市接收卫星电视节目的仰角、方位角和极化角	279
附录 B	我国主要地级城市的经度与纬度	284
附录 C	我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数	288
附录 D	数字电视技术常用缩略语	291
参考文献		302

第1章

基础知识



本章从农村广播电视接收的角度出发,在介绍电磁波及其传播后,着重介绍卫星接收天线、引向天线以及接收天线的选用、安装与调试。

- ①了解电磁波及其传播特点
- ②熟悉卫星接收天线和引向天线
- ③掌握接收天线的安装与调试



1.1 电 磁 波

1.1.1 电磁波

电磁波与广播电视以及人们的工作、学习和生活息息相关。平时听广播、看电视、手机通话、发短信等都离不开电磁波作为传播媒介。电磁波在空间传播,既看不见又摸不着,来去无踪,但它却确实存在于我们的周围空间。

电磁波是电磁场的一种运动形态。电与磁可说是一体两面,变动的电会产生磁,变动的磁则会产生电。变化的电场和变化的磁场构成了一个不可分离的统一的场,这就是电磁场,而变化的电磁场在空间的传播形成了电磁波。也就是说电磁波是电场强度矢量 E 和磁场强度矢量 H 的振动产生的交变电磁场在空间的传播。

电磁波覆盖的频率很宽,其频率范围可从几赫兹(包括音频)到 10^{16} MHz,如图 1-1 所示。

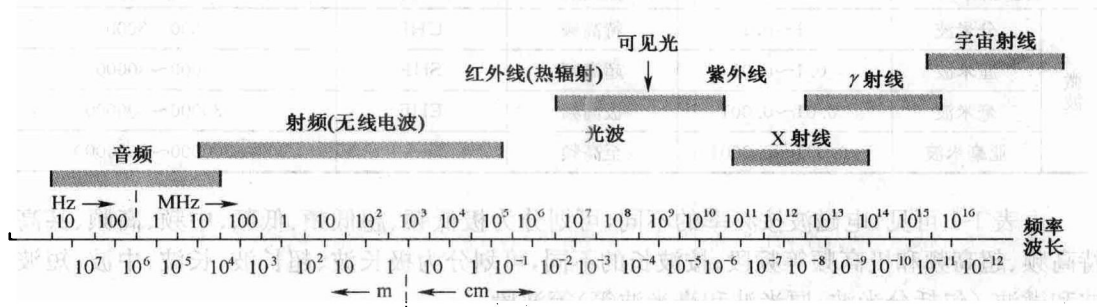


图 1-1 电磁波的覆盖范围 (频谱)

在电磁波中,每一点的电场强度矢量 E 和磁场强度矢量 H 的方向总是互相垂直的,并且与电磁波的传播方向垂直。这就是说,电磁波传播的方向跟电场和磁场构成的平面垂直,如图 1-2 所示。

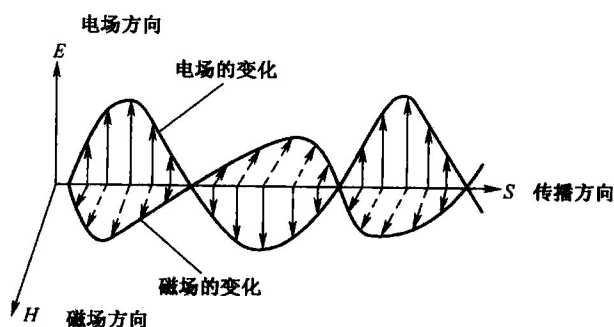


图 1-2 电场、磁场和传播方向

无线电波是一种在空间传播的电磁波,它的频率从几十千赫兹到几万兆赫兹。声音、图像等信号在空间的传播是靠无线电波。电磁波的频率越高,波长就越短。例如 15MHz 的波长是 20m ($300000000/15000000=20\text{m}$),如果频率增加一倍,波长则减半,相反地频率减半,波长加倍。那么 30MHz 的波长就是 10m,而 7.5MHz 的波长则是 40m。

电磁波的频率不同时,电子器件、电路的特点以及电磁波的传播方式等就会有所区别,特别是电磁波的传播特点就更不相同。因此将电磁波的频率范围划分为若干个区域,这些区域被称为频段,也称为波段。

在无线电广播与通信中,实际应用电磁波的频率范围很广(3Hz~3000GHz),按照波长的不同,人们把电磁波又进一步分成许多波段,不同波段的电磁波见表 1-1。

表 1-1 电磁波频段的划分

波段名称		波长范围(m)	频段名称		频率范围(MHz)
			名称	代号	
极长波		$10^8 \sim 10^7$	极低频	ELF	3~30Hz
超长波		$10^7 \sim 10^6$	超低频	SLF	30~300Hz
特长波		$10^6 \sim 10^5$	特低频	ULF	300Hz~3kHz
甚长波		$10^5 \sim 10^4$	甚低频	VLF	3~30kHz
长波		$10^4 \sim 10^3$	低频	LF	30kHz~0.3
中波		$10^3 \sim 10^2$	中频	MF	0.3~3
短波		$10^2 \sim 10$	高频	HF	3~30
超短波		$10 \sim 1$	甚高频	VHF	30~300
微波	分米波	$1 \sim 0.1$	特高频	UHF	300~3000
	厘米波	$0.1 \sim 0.01$	超高频	SHF	3000~30000
	毫米波	$0.01 \sim 0.001$	极高频	EHF	30000~300000
	亚毫米波	$0.001 \sim 0.0001$	至高频	—	300000~3000000

由表 1-1 可见,电磁波按频率的不同,可划分为极低频、超低频、低频、中频、高频、甚高频、特高频、超高频和极高频等频段;按波长的不同,可划分为极长波、超长波、长波、中波、短波、米波和微波(包括分米波、厘米波和毫米波等)等波段。

【知识链接】

人们常用频率 f 、波长 λ 和波速 C 来描述电磁波的性质。电磁波在真空(或在空气)中的传播速度 $C_0 = 3 \times 10^8 \text{m/s}$,它在一个振荡周期 T 内传播的距离叫做波长,记作 λ 。频率 f 就是单

位时间内,电场强度矢量 E (或磁场强度矢量 H)进行完全振荡的次数,数值上等于周期 T 的倒数,即 $f=1/T$ 。

频率 f 、波长 λ 和波速 C 三者之间的关系如下:波长等于电磁波传播速度除以频率,或波速等于波长乘以频率,即 $C=f\lambda$ 。例如频率为 300MHz 的电磁波的波长为

$$\lambda=C/f=3\times 10^8/300\times 10^6=1\text{ (m)}$$

在国际单位制中,波速的单位是 m/s (米/秒);波长的单位是 m (米);频率的单位是 Hz (赫兹),常用单位有千赫兹、兆赫兹。它们的换算关系是:

$$1\text{kHz (千赫兹)}=1000\text{Hz}; 1\text{MHz (兆赫兹)}=1000000\text{Hz}$$

1.1.2 电磁波的传播

在广播电视技术中要想把图像、声音等信息源传播到很远的地方,必须利用高频振荡信号,并设法把图像、声音等信息源“装载”在高频振荡信号上,然后利用无线或有线传播。这种运载着信息源的高频振荡信号,称为载波或载频,其实质就是电磁波。因此学习广播电视技术,必须了解电磁波的传播。

1. 电磁波在同轴电缆中的传播

同轴电缆是由轴线相重合的圆柱形内导体和圆柱壳外导体组成,内、外导体中流过的电流方向相反,需要传输的电磁波及其能量就在两导体之间沿轴向传播。由于外导体接地,两导体之间形成一个在理论上与外界电磁场完全隔绝的封闭空间,不受外部电磁场的影响,所以有线电视系统主要使用同轴电缆。

对于高频电磁波、电磁场以及和它相作用的高频电流仅集中于导体表面很薄的一层内,这种现象称为趋肤效应。在同轴电缆中,电磁波主要在内、外导体之间的绝缘介质内传播,进入导体表面薄层的电磁波的能量则转化为焦耳热放出。由于趋肤效应,同轴电缆的内导体可以采用铜包铝或铜包钢作材料制成,这样既节省了成本,又不影响电磁波的传输。

2. 电磁波在波导管中的传播

当电磁波的传输频率较高时(如厘米波),同轴电缆中导体产生的焦耳热和介质中的热损耗将变得很严重。需要用波导管来代替同轴电缆。

波导管是一根空心金属管,其截面为矩形或圆形,也有的是椭圆形。波导管可看成是同轴电缆抽去内导体而成,其中传输的电磁波不是像同轴线那样依靠轴向电流而激发,而是通过波导管中的耦合电流环或电偶极子来激发。波导管中电磁波的能量损耗要比同轴线小得多。例如传输频率为 3GHz 的微波时,用 SYV-75-9 的同轴电缆传输 10m 距离,电磁波能量损失为 5dB,若用 72mm×34mm 铜制成矩形波导,传输相同的距离,电磁波的能量损耗只有 0.2dB。

在 C 波段卫星接收天线系统中,环形槽馈源,就利用了波导管知识,它有带环形槽的主波导和圆、矩形波导变换器。

3. 视距传播

电波沿直线传播的方式称为视距波传播,视距波又称空间波。视距波传播是指由发射天线发射的电磁波直线地传播至接收点的传播方式。视距传播的范围,取决于发射和接收天线的有效高度,调频广播、电视、微波主要靠视距传播,理论计算和实践经验表明,当发射和接收

天线的有效高度为 50m 时,直线传播的距离约为 50km。如果把天线安放在卫星上,则直线传播距离可以大大增加。

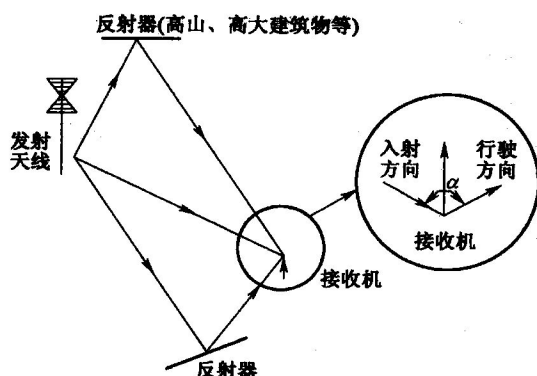


图 1-3 多径传播示意图

超短波除进行直线传播外,在遇到反射物(如山丘、树林、水面等)时,还将产生反射。因此,抵达接收天线的电波除直射波外还有反射波,接收处有几个电波叠加,这种现象叫多径传播,如图 1-3 所示。

多径传播使接收到的信号场强分布变得复杂,有的地方信号场强增强,有的地方减弱,且随着气压、气温、湿度等的变化,接收的合成场强波动很大。

4. 地表面波传播

地表面波传播是指电磁波在收、发两点之间沿地球表面向前传播的方式。当电磁

波遇到障碍物时,会绕过障碍物向前传播。由于绕射现象,可以使电磁波绕着地球的弯曲表面(如山坡、建筑物等)沿地球表面向前传播,这就是地表面波传播的原理。电波的绕射距离与波长有关,长波的绕射距离可达 3000km,中波的绕射距离为数百千米,短波的绕射距离在 100km 以内。

电磁波沿地面传播时,将有一部分能量被损耗掉。这种损耗与电波波长及其他一些因素有关。波长越长,损耗越小,波长越短,损耗越大。因此,一般只有长波、中波等频率较低的电波才主要通过地表面波传播。由于地面的电性能在较短时间内变化不会很大,电波沿地面的传播比天波传播要稳定得多。

另外地表面波传播过程中的衰减与电磁波的极化有关。对水平极化的电磁波来说,因为它的电场是与地面平行的,在传播过程中会引起地面较大的传导电流,地波能量损失较大。而当电磁波为垂直极化波时,电磁波传播时在地面只有感应电荷,而感应电流远小于水平极化波的传导电流,如图 1-4 所示,电磁波能量损失较小。所以,地波一般使用垂直极化波。

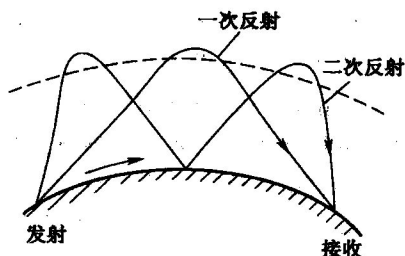


图 1-4 垂直极化波在地面上的传播情况

由图 1-4 还可以看出,垂直极化波在地面上的感应电流造成了电磁波在地表面上、下的波前倾斜现象,它使电磁波的电场产生水平分量。这就是水平天线同样也可以接收到垂直极化波的原因。

5. 天波传播

借助于电离层的反射作用来传播电磁波的方式称为天波传播。因为在离地面 55~1000km 以上的高空,大气被太阳辐射中的紫外线和 X 射线电离,形成电离层,它除了对电磁波有一定的吸收作用外,还能把频率小于某一最高频率的电磁波反射回地面,这就使电磁波能传播较远的距离。由于频率较低的电磁波强烈地被电离层吸收,频率太高的电磁波要穿透电离

层而不能反射,所以只有中波、短波波段能利用天波传播的方式来传播。

天波的衰落现象较严重,它主要是由电离层的变化及电磁波多径传播造成的,如图 1-5 所示。电离层的密度在白天和晚上不同,晚上对中波、短波甚至长波信号的吸收大大减少,因而在晚上能够收听到很多中波、短波电台的节目。

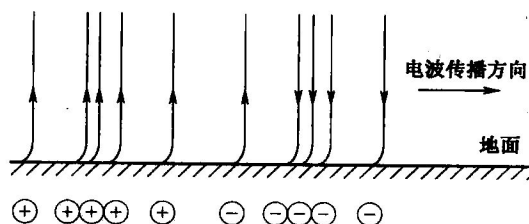


图 1-5 天波的多径传播

电磁波在空间传播的三种方式如图 1-6 所示。

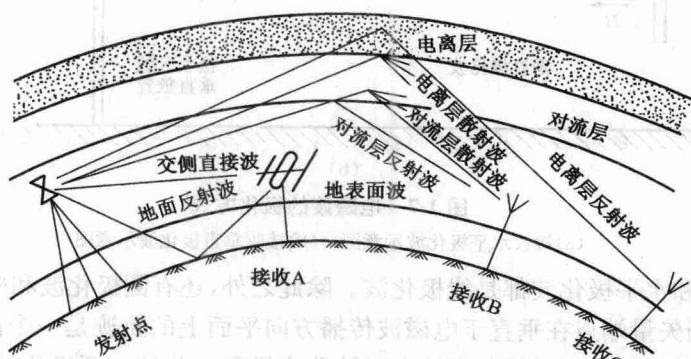


图 1-6 电磁波在空间传播的方式

【知识链接】

多径接收,是指因地形地貌,如山、房屋等反射,使到达接收点的信号不止一个,如图 1-3 所示。在模拟电视中的反映是重影;在数字电视接收中,某些特定相位的多径信号将使接收完全失败。在这种情况下,接收好坏不单依赖于与发射台距离的远近,在很大程度上还依赖于接收信号之间的相位。

1.1.3 电磁波的极化

电磁波在空间传播时,其电场方向是按照一定的规律变化的,这种现象称为电磁波的极化。电磁波的电场方向称为它的极化方向。在空间传播的电磁波都是极化波。

当天线平行于地平面时,天线辐射出的电磁波的电场也平行于地平面,这种波叫水平极化波,如图 1-7a 所示;当天线垂直于地平面时,天线辐射出的电磁波的电场也垂直于地平面,对地面来说,叫垂直极化波,如图 1-7b 所示。在接收广播电视节目时,应特别注意极化匹配问题。所谓极化匹配,就是接收天线与发射天线处理的极化波类型必需相同。采用水平极化的发射天线,就一定要用水平极化的接收天线接收,否则产生极化失配,是不能接收电视信号的。接

收水平极化波与垂直极化波的示意图如图 1-7 所示。

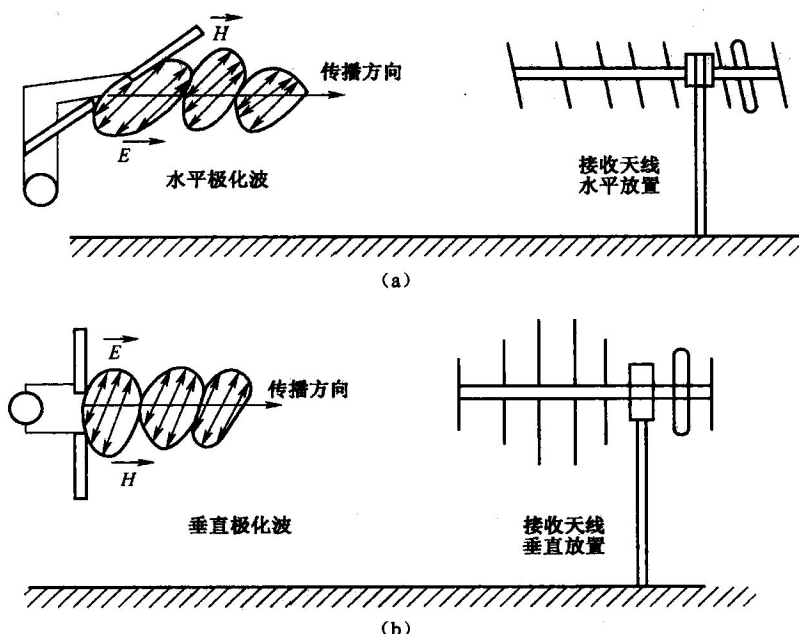


图 1-7 电磁波的极化方式

(a)接收水平极化波示意图 (b)接收垂直极化波示意图

垂直极化波和水平极化波都是线极化波。除此之外,还有圆极化波和椭圆极化波等。如果每个周期内,电场矢量端点在垂直于电磁波传播方向平面上的轨迹是一个圆,则该电磁波称为圆极化波。同理,如果轨迹是椭圆,则该电磁波称为椭圆极化波。圆极化波和椭圆极化波都有左旋、右旋之分,如右旋圆极化波。

考虑到发射天线的架设、电磁波的传播特点等因素,我国无线电声音广播多采用垂直极化波,即发射天线是垂直安装的,而电视广播采用水平极化波,发射天线是水平安装的。这样一方面可以避免相互干扰,另一方面由于甚高频及特高频信号在建筑物、树木、山丘上反射大,接收天线的水平方向性有助于减少重影,并可减弱主要以垂直极化形式出现的工业干扰。

【知识链接】

在中星 6B 卫星上,中央电视台的卫星数字电视节目是水平极化,重庆、浙江、山西、山东等卫星数字电视节目是垂直极化。在中星 9 号直播卫星上,下行的“村村通”直播卫星节目采用左旋圆极化波。

1.1.4 电磁波的强度

为了描述电磁波的强度,需要引入能流密度的概念。能流密度也是一个矢量,其大小等于单位时间内垂直于传播方向单位面积的能量,其方向就是电波传播的方向。在工程技术中常用电场强度(简称场强)的大小来代表电磁波的能流密度,即电磁波的强度,单位是 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$

(分贝微伏/米)。在实际测量空间某点的场强时,常用场强仪所带的标准天线来测量,测出来的值加上仪器给出的修正值就是实测场强值。场强为 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 相当于 $100\mu\text{V}/\text{m}$,场强为 $100\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 相当于 $100\text{mV}/\text{m}$ 。离电视发射台越近,电视信号场强越大。根据接收点场强的大小的不同,一般将其分为四个区域,见表 1-2。

表 1-2 四种场强

分 类	电场强度 ($\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$)	
	VHF	UHF
强电场	>94	>106
中电场	$74\sim 94$	$86\sim 106$
弱电场	$54\sim 74$	$66\sim 86$
微电场	<54	<66

【知识链接】

能流密度 I 是描述电磁波的强度的一个矢量,它同电场强度 E 、磁场强度 H 之间满足如下关系:

$$I = E \times H$$

上式说明能流密度矢量的方向与 E 、 H 的方向互相垂直,能流密度矢量的大小决定于电场强度和磁场强度的大小。

在国际单位制中,场强 E 的单位是 V/m (伏特/米),也可用 $\mu\text{V}/\text{m}$ (微伏/米)、 mV/m (毫伏/米)等来表示,在工程技术上则常用 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ (分贝微伏/米)来表示场强,即用该点场强 E 与基准场强 E_0 相比较,取对数所得结果来表示场强。

例如,场强为 $100\mu\text{V}/\text{m}$ 等于 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$;场强为 $100\text{mV}/\text{m}$ 等于 $100\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 等。

在实际测量时,空间某点的场强,即为在有效长度为 l_m 、处于谐振状态的半波振子天线上感应出的电压数值。可以用场强测试仪所带的标准天线来测量,测出来的值加上仪器给出的修正值即为实测场强值。

表 1-3 电平单位的换算表

新单位 原单位	dBw	dBm	dBmV	$\text{dB}\mu\text{V}$
dBw	0	+30	+78.75	+138.75
dBm	-30	0	+48.75	+108.75
dBmV	-78.75	-48.75	0	+60
$\text{dB}\mu\text{V}$	-138.75	-108.75	-60	0



1.2 天 线

天线是一个能量转换器,是任何无线电发送和接收设备的重要组成部分。从广义上说,天线设备包括发、收电波的天线部分和输送高频电能的传输线,本节介绍的天线仅指前者。

1.2.1 天线的作用与互易性

1. 发射天线与接收天线

根据天线的作用不同,可以分为发射天线和接收天线。前者是将从发射机馈给的高频电

能转换为向空间辐射的电磁波能;后者是将从空间收集来的电磁波能转化为高频电能并输送给接收机。

2. 天线的互易性

同一天线用于发射和接收时电参数相同,这就是发射天线和接收天线的互易性。实际应用中,发射天线都要通过较大的激励电流,因此在结构上与接收天线不尽相同。

根据互易原理,任何接收天线的电参数都可由该天线在发射状态时的电参数决定。反之,任何发射天线的电参数都可由该天线在接收状态时的电参数决定。但是,大多数情况下还是分析和测试天线在发射状态时的参数来决定接收天线的电参数。因为直接分析接收天线的电参数比分析发射天线要复杂得多。例如,在简单的线状天线中,接收时起作用的是分布电动势,而发射时则是一个集中的电动势。

因此,在天线参数的讨论中没有严格区分哪些电参数是属于发射天线的,哪些电参数是属于接收天线的。

3. V(U)波段电视接收天线的作用

(1)接收电视发射天线发出的高频电磁波的能量。电视接收天线最主要的作用是接收电视发射天线发出的高频电磁波的能量。电视台把需要传送的彩色全电视信号和伴音信号调制到高频载波上,通过电视发射机从天线上辐射出去,在自由空间向四面八方传播。这些电磁波到达接收天线后,就会在天线导体中激发感应电动势和感应电流,通过馈线向接收系统中传输。

(2)选择所需要的高频电视信号,抑制无用的电磁波干扰。由于电视接收天线对不同方向、不同频率电磁波的接收本领不同,通过选择不同特性的电视天线就可实现接收特定方向、特定频道的电视信号,而压低其他电磁信号在天线导体上产生的感应电流。与此同时,电视接收天线对来自电离层的天电干扰及电视信号被反射而造成的重影干扰等都有一定的抑制作用。

(3)提高对微弱电视信号的接收能力。在离电视台较远的地区,特别是一些边远山区,电视信号的场强很小,如果单纯通过放大器来放大信号,必然会引入过多的噪声,并可能产生非线性失真。若选择增益较高的电视接收天线(如多单元接收天线、多辐天线组成的天线阵等),可把进入系统前端的电视信号电平提高,减少了所需放大器的级数,降低了噪声和非线性失真,使信号质量得到大大提高。

【知识链接】

衡量一副天线的好坏,要用天线的参数来描述。天线的主要参数包括:方向性、增益、输入阻抗、辐射阻抗、频带宽度等。其中天线的方向性是描述天线在不同方向辐射或接收电磁波的能力。对于发射天线,它在不同方向上辐射电磁波的能量不同;对于接收天线,它对来自空间不同方向、强度相同的电磁波相对接收的能力不同。不同形式的天线,其方向性也不相同。

1.2.2 引向天线(八木天线)

引向天线也称波道天线或八木天线等,这种天线具有结构简单、馈电方便、制作及安装容