

卫星电视与有线传播安装调试与维修

潘云忠 黄建民 潘家成 沈雁 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

卫星电视与有线传播安装调试与维修/潘云忠等编著.北京:人民邮电出版社,2001.10
ISBN 7-115-09476-4

I.卫... II.潘... III.①卫星通信-电视系统 ②有线电视 IV.TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 043882 号

内 容 提 要

本书介绍了卫星电视接收和有线电视系统前端设备的原理,干线、入户线电平的计算及分配,系统的安装与调试,分析了卫星电视接收机、有线电视系统的前端设备及有线网络的常见故障,并介绍了其检修方法。同时对“东芝”C2、C3、C4、C5 型接收机和国产“ESR-2020”型接收机的检修也做了一定的介绍。

本书适合地面卫星接收站的管理、维护人员和无线电爱好者阅读。

卫星电视与有线传播安装调试与维修

- ◆ 编 著 潘云忠 黄建民 潘家成 沈 雁
责任编辑 张 鹏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:11.5
字数:268 千字 2001 年 10 月第 1 版
印数:1-5 000 册 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09476-4/TN·1745

定价:16.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

我国幅员辽阔,很多边远地区电视收看质量差,有的地方甚至接收不到电视信号。为此利用卫星转播电视节目,已成为我国解决电视覆盖面的主要方法。

目前,许多城市乡村相继建立了地面卫星接收站,并利用电缆(或光缆)把电视信号传送到千家万户。这种传输方式具有质量高、成本低、施工及使用方便等特点,受到人们的普遍欢迎,同时也给社会带来了巨大的经济效益和社会效益。

随着全国开展实施“村村通”广播电视工程不断深入,城乡有线电视网络不断地扩大,帮助有线电视维护管理人员学习、掌握卫星电视接收、有线传播原理和安装调试及维修技术是很有必要的。为此我们根据多年的实践经验,并参考有关资料,编写了本书。鉴于维修管理人员的文化层次不同,本书在编写过程中,力求图文并茂、语言通俗易懂,尽量避免采用复杂的数学公式。在介绍基本原理和故障分析检修过程中,通过具有代表性的电路实例和检修实例,帮助读者进一步理解基本原理和检修方法,使读者能触类旁通。

本书第一章和第二章分别介绍卫星电视接收机和有线电视转播系统的原理。第三章和第四章分别介绍卫星电视接收系统和有线电视转播系统的安装与调试方法。为了适应今后光纤电视的发展,第五章对光纤电视传送原理做了专门介绍。第六章对 MMDS 多频道微波的传播与接收原理做了一定讲解。第七章及第八章分别对卫星电视接收系统和有线电视转播系统的故障原因和部分典型接收机的检修做了较详细的介绍。本书的附录还收集了部分实用资料供读者参考。

水平有限,书中不妥之处敬请读者给予批评指正。

编著者

目 录

第一章 卫星电视接收机的原理	1
第一节 卫星电视的基本概念	1
一、什么是卫星电视	1
二、卫星电视的发展	2
三、卫星电视电磁波的传输特性	2
四、卫星电视广播频率的分配	3
五、卫星电视信号的传输方式	4
六、卫星电视的主要技术指标	5
七、卫星电视接收系统的基本组成	5
第二节 卫星电视接收天线与馈源	6
一、天线原理	6
二、馈源	8
三、有关极化的几个基本概念	8
第三节 高频头与功率分配器	9
一、高频头的作用与组成	9
二、高频头的电路原理	9
三、功分器的作用与原理	13
第四节 模拟卫星电视接收机	14
一、模拟卫星电视接收机的组成及其作用	14
二、变频调谐解调电路	14
三、视频处理电路	23
四、伴音信号处理电路	26
五、微处理器(CPU)控制电路	28
六、电源电路	29
七、状态显示电路和射频调制器	31
第五节 数字卫星电视接收机	31
一、数字卫星电视的特点与发展	31
二、数字压缩卫星电视接收机	32
三、数字卫星电视接收机电路剖析	33
第六节 卫星电视接收机电路原理介绍	35
一、XS-2000型卫星电视接收机	35
二、ESR2020W型卫星电视接收机	37
第二章 卫星电视的有线传播系统	40
第一节 有线电视传播原理	40
一、有线电视的种类与特点	40
二、有线电视传播系统的组成	42

第二节	调制器	42
一、	中频调制式电视调制器	42
二、	直接调制式电视调制器	43
第三节	混合器与分波器	47
一、	滤波器与陷波器	47
二、	混合器的作用与种类及原理	49
三、	混合器的主要性能指标	51
四、	分波器	52
第四节	线路放大器	52
一、	线路放大器的作用与种类	52
二、	线路放大器的主要技术指标	52
三、	天线放大器的电路原理	53
四、	频道放大器的电路工作原理	54
五、	晶体管干线放大器的电路工作原理	54
六、	集成电路线路放大器	56
第五节	分配器与分支器	56
一、	分配器的作用与种类	56
二、	分配器的工作原理	57
三、	分配器的主要性能指标	58
四、	分支器的作用与原理	58
第六节	有线电视系统的传输线	59
一、	同轴电缆	60
二、	平行馈线	60
第七节	有线电视的其他附加电路	61
一、	均衡器	61
二、	导频信号发生器	63
三、	衰减器	64
四、	自动开关机电路	64
第八节	有线电视的邻频传播	65
第三章	卫星电视接收系统的安装与调试	67
第一节	室外部件的安装	67
一、	抛物面天线的安装	67
二、	极化的判断	68
第二节	室内部件的安装	69
一、	室内部件与室外单元的配置	69
二、	室内设备的布置	69
三、	室内设备的连接	69
第三节	卫星电视接收系统的调试	70
一、	接收天线的调试	71
二、	接收机的调试	72

第四章 有线电视系统的安装与调试	73
第一节 常用测量仪器的使用	73
一、场强仪	73
二、电视信号发生器	74
三、扫频仪	75
四、万用表	76
第二节 有关测试的几个基本概念	76
一、图像质量评分法	77
二、交扰调制	77
三、相互调制	78
四、同频干扰	78
五、邻频干扰	78
六、重影	78
第三节 有线电视系统前端设备的安装与调试	78
一、前端设备的组成与作用	78
二、前端设备的选用	79
三、前端设备的布置与布线	80
四、前端设备的调试	81
第四节 干线的设计与安装	81
一、同轴电缆的衰减与补偿	81
二、干线电平的计算与分配	82
三、干线放大器输入输出电平的确定	84
四、干线的安装	84
第五节 入户线的设计与安装	85
一、用户电平的确定与分配	86
二、入户线的安装	88
第六节 有线电视系统的防雷与接地	89
一、室外设备的防雷与接地	89
二、室内设备的防雷与接地	90
三、雷雨天气的工作注意事项	90
第七节 系统性能指标的测试	90
一、信号电平及场强的测试	90
二、部件增益和衰减量的测试	91
三、部件的幅频特性不平度的测试	91
四、噪声系数和载噪比的测试	91
五、交扰调制和相互调制的测试	92
六、电压驻波比与反射波的测试	93
七、接地电阻的测试	93
八、隔离度的测试	94
第五章 光纤闭路电视的原理	95

第一节	光纤的特点与应用	95
第二节	光纤系统的传输原理	96
第三节	光的调制方式	96
第四节	光缆有线电视系统的组成	97
第六章	MMDS 多频道微波的传播与接收	99
第一节	MMDS 多频道微波电视的特点	99
第二节	MMDS 多频道微波发射原理	99
第三节	MMDS 多频道微波接收原理	101
第四节	MMDS 微波接收天线安装要点	103
第七章	卫星电视接收系统的故障分析与检修	104
第一节	卫星电视接收系统的检修基本方法	104
一、	检修卫星电视接收系统的一般步骤	104
二、	观察故障现象分析判断故障原因方法	105
第二节	用万用表查找故障的方法	107
一、	用万用表检查电路的基本方法	107
二、	用万用表检查电路故障的实例	109
第三节	高频头故障分析与检修	110
第四节	变频调谐解调器的故障分析与检修	111
第五节	图像信号处理电路的故障分析与检修	112
第六节	伴音信号处理电路的故障分析与检修	113
第七节	微处理系统的故障分析与检修	114
第八节	电源电路的故障分析与检修	115
第九节	卫星电视接收机检修实例	116
一、	东芝 TSR-C2 ~ TSR-C5 型接收机的检修	116
二、	ESR2020 型卫星电视接收机的检修	139
三、	部分卫星电视接收机常见故障速查表	143
第八章	有线电视系统的维护、故障分析与检修	155
第一节	有线电视系统的维护	155
一、	卫星接收天线的维护	155
二、	有线电视系统前端设备的维护	155
三、	干、支线设备的维护	156
第二节	有线电视系统的故障分析方法	156
一、	判断系统有无故障的方法	156
二、	确定故障部位	156
第三节	有线电视系统常见故障的分析与检修	157
一、	图像出现网纹、条纹、扭曲和白色竖条干扰	157
二、	重影	158
三、	各频道画面淡、雪花干扰严重	158
四、	整个系统或某个小区无信号	159
五、	高频道图像正常,低频道图像雪花干扰大	159

六、整个系统某一个频道电平低,图像雪花干扰大	159
七、低频道图像正常,高频道图像雪花干扰严重	159
八、图像有水平黑道,伴音有交流哼声	159
第四节 集成电路调制器的故障分析与检修	159
一、无图像、无伴音信号输出,电源指示灯不亮	161
二、电源指示灯亮,无信号输出	161
三、伴音正常,无图像	161
四、有图像,无伴音	161
五、图像正常,伴音小或失真并有交流哼声	161
六、调制器输出的图像产生水平黑白道,伴音有交流哼声或很小	161
第五节 线路放大器的故障分析与检修	162
一、电源指示灯不亮,无信号输出	162
二、电源指示灯亮,无信号输出	162
附录一 SYPFV 型同轴电缆的结构尺寸和技术指标	164
附录二 部分常用一体化调谐器的主要指标	164
附录三 常用部分晶体管	165
附录四 常用宽带放大集成电路性能及外型	167
附录五 卫星电视接收机、射频调制器常用部分集成电路内部电路框图	169
附录六 中央及部分省(区、市)卫星广播电视技术参数	170
附录七 全国主要城市接收亚太 1A、亚洲 1 号、亚洲 2 号卫星节目的仰角和方位角	172

第一章 卫星电视接收机的原理

第一节 卫星电视的基本概念

一、什么是卫星电视

卫星电视是通过设置在地球赤道上空与地球同步的卫星,把接收来自地面电视台(称为上行站)发射的电视信号,再转发到地球上的指定区域(称为下行站)的电视广播。

卫星电视广播系统通常由上行发射站(包括监控站)、同步卫星、地面接收站三大部分组成,如图 1-1 所示。

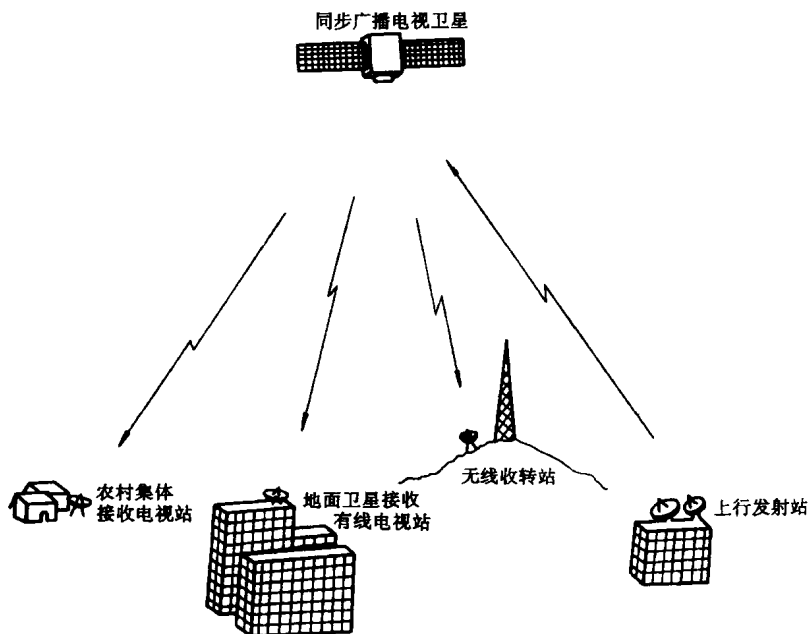


图 1-1 卫星电视广播系统组成示意图

1. 上行站

上行发射站的任务是将欲发射的电视广播中心的节目进行基带处理,经调制、上变频和高频功率放大,然后通过天线向同步卫星发送。除此功能外,上行站还具有对同步卫星进行监测、跟踪等作用,以便随时了解同步卫星转发的电视节目质量、卫星姿势、轨道位置和工作状

态。必要时发出遥控指令,改变卫星姿态,调整天线或切换设备等。

2. 同步电视广播卫星

同步电视广播卫星是卫星电视广播系统的核心,它对地面来说,是静止的,即它的公转与地球的自转保持同步,所以称为同步卫星。

同步电视广播卫星上的主要设备有转发器、天线、星载电源及控制系统等。转发器是广播电视的专用设备,它把接收到地面上行站发射的电视广播信号变换为下行站所需的频率的信号,经放大后由定向天线转发到地面服务区域内的各种卫星电视接收系统。星载电源一般采用蓄电池与太阳能电池。控制系统与地面控制站配合,使卫星保持在相应的位置和姿态。

3. 地面卫星电视接收站

地面卫星电视接收站主要是接收卫星转发的电视广播节目信号。按收看对象不同,可分集体接收和个体接收。按传输途径不同,可分开路传输(称无线收转)和有线网络传输(称CATV)。

二、卫星电视的发展

在1957年,苏联成功地发射了人类第一颗人造卫星,尽管这颗人造卫星只携带了一台只能工作几天的小型发射机,但它从此把人类的无线电通信、广播电视等行业带到了一个新的领域。

在20世纪60年代中期,卫星广播电视进入了实用阶段,到20世纪70年代出现了利用地球同步卫星来转播广播电视。20世纪80年代,卫星直播电视、高清晰度电视、数字电视等步入了实际使用阶段。卫星广播电视已成为许多国家作为对外政治、经济、文化交流的重要窗口,也是国内广播电视覆盖的主要方法。

我国于1986年3月1日开始租用位于印度洋上空 66°E 的国际V号通信卫星上的三个转发器,转播中央电视台一、二套节目和国家教委的教育节目。1988年4月21日,我国正式采用自己发射的卫星,转播以上节目。随着空间技术和电子技术的发展,在短短的时间里我国不仅发射了多颗自己的同步卫星,还把中央台数套节目和20多个省市自治区的广播电视节目陆续通过卫星播出。

三、卫星电视电磁波的传输特性

卫星广播电视几乎都采用微波波段频率的电磁波传送。微波波段的电磁波频率从1000MHz(称为1GHz)开始,一直延伸到电磁波的光波波段。与地面广播电视VHF、UHF频段的电磁波相比,有不同的传输特性。一是微波波段的电磁波接近光波,它具有直线传播的特点;二是微波波段的电磁波在空间传播过程中衰减损耗较小;三是微波波段的电磁波高于空间电离层反射临界频率,能穿透电离层。微波波段电磁波的这些传输特性,实现了利用卫星与地球表面间传播广播电视的目的。与地面广播电视相比,卫星广播电视具有很多优点。

1. 卫星广播电视覆盖面积大、传输距离远,在服务区域不受地理条件限制。由于同步卫星置于赤道上空3586km的高空上,因此电磁波传输范围能覆盖地球三分之一的地区,如用三个同步卫星就可以覆盖整个地球。

2. 卫星电视广播传输环节少、信号稳定,所接收的信号失真小、质量高,因此不存在像地面电视广播那样多次转接和变换所带来的失真及清晰度下降的问题,特别是避免了多径效应引起的图像干扰。

3. 卫星电视广播频带宽、传输信息容量大,可实现高清晰度电视、高质量的广播,同时还
可以传输图文电视、传真、数据等。

四、卫星电视广播频率的分配

为了更好地开展电视广播工作,合理地使用空间频率资源,国际电信联盟对无线频率的使
用划分为三个区域,并对各区域的卫星广播电视频段进行了分配。第一区域为欧洲、阿拉伯半
岛、土耳其、苏联亚洲部和蒙古。第二区域为南北美洲。第三区域为亚洲和大洋洲。分配情况
如表 1-1 所示。

表 1-1 国际电联对全世界卫星广播频段的划分

频段	频率范围(GHz)	带宽(MHz)	分 区			备 注
			1 区	2 区	3 区	
L	0.62~0.79	170	√	√	√	与主管部门协商
S	2.50~2.69	190	√	√	√	共同接收用
Ku	11.7~12.2	500			√	广播业务优先使用
Ku	11.7~12.5	800	√			广播业务优先使用
Ku	12.1~12.7	600		√		广播业务优先使用
Ku	12.5~12.75	250			√	共同接收用
Ka	22.5~23.0	500		√	√	与主管部门协商
Q	40.5~42.5	2000	√	√	√	广播业务使用
V	84.0~86.0	2000	√	√	√	广播业务优先使用

根据国际电信联盟规定,第一区域在 Ku 频段(12GHz)内即 11.7~12.5GHz 的 800MHz 带
宽被划分为 40 个频道。在第二、三区域使用的 Ku(12GHz)频段内即 11.7~12.2GHz 的 500MHz
带宽划分为 24 个频道,图 1-2 为 12GHz 频段电视广播频道分布图。

由图 1-2 可知,在 12GHz 频段内,每个频道的中心频率间隔为 19.18MHz、带宽为 27MHz。
实际上相邻频道间的信号存在频带重叠,相邻的频道可能会出现相互干扰,为了防止这
种干扰,在同一区域使用同一频段时,要求相邻的广播波束之间采用非相邻的频道和不同的
极化方式。

目前,我国大多卫星电视广播使用 C 频
段传送电视广播节目。根据国际电联规定,
我国属于第三区域,今后将用 Ku 频段覆盖全
国,现在由 C 频段卫星电视分配作过渡。有
关 C 频段的卫星电视频道划分如表 1-2 所
示。

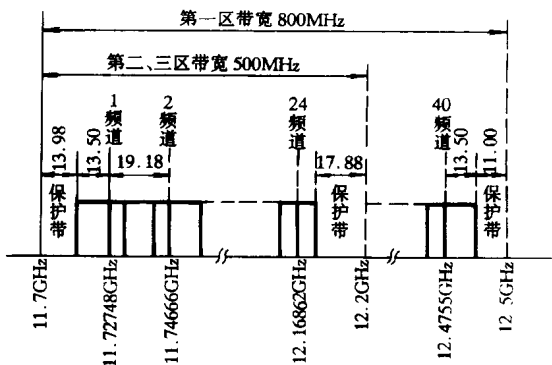


图 1-2 12GHz 频段电视广播频道分布图

表 1-2

C 频段卫星电视频道划分

频道	中心频率 (MHz)	频道	中心频率 (MHz)
1	3727.48	13	3957.64
2	3746.66	14	3976.82
3	3765.84	15	3996.00
4	3785.02	16	4015.18
5	3804.20	17	4034.36
6	3823.38	18	4053.54
7	3842.56	19	4072.72
8	3861.74	20	4091.90
9	3880.92	21	4111.08
10	3900.10	22	4130.26
11	3918.28	23	4149.44
12	3938.46	24	4168.62

五、卫星电视信号的传输方式

由于卫星电视信号的图像信号和伴音信号的调制方式不同,因此有不同的传输方式。下面简要介绍几种。

1. 模拟调频制

地面模拟电视的调制方式是图像采用调幅(AM)制、伴音采用调频(FM)制。这种调制方式所需的发射功率大,抗干扰能力差,不适宜用于模拟卫星电视信号的传送,模拟卫星电视的图像采用调频方式,伴音采用调频或数字方式,其组成如图 1-3 所示。

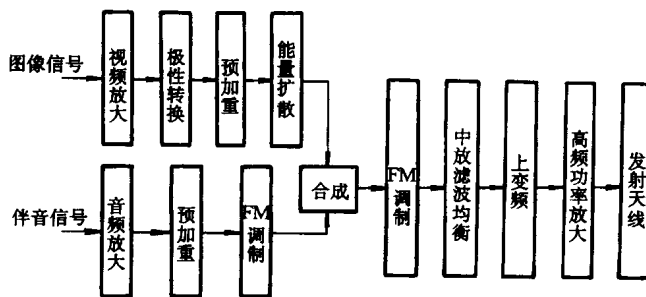


图 1-3 模拟调频制全电视信号的处理与调制

从图 1-3 中看到,视频图像信号经视频放大、极性转换、预加重和能量扩散处理后,与伴音调频处理(包括音频放大、预加重、FM 调制)后的伴音信号合成为复合全电视基带信号。复合全电视基带信号先由调频调制器调制为调频信号。然后经过中频放大、滤波、均衡处理后送到上变频器进行变频,变成微波信号。微波信号由高频功率放大器放大后,通过微波天线发往同步卫星。

2. 复用模拟分量 MAC 制式

复用模拟分量 MAC 制式是数据分量和模拟分量的时分复用制的调频传输方式,它克服了传统彩电模拟调频传输所用的三种制式(即 PAL、NTSC、SECAM)的缺点,获得高质量的图像和伴音,并且能与未来的高清晰度电视兼容。MAC 方式分为 A-MAC、B-MAC、C-MAC、D-MAC、D₂-MAC、E-MAC 等方式,它们对图像信号的处理都一样,区别是数字伴音和数据信号与图像信号

的复用方式不同。

3. 高清晰度电视 HDTV

高清晰度电视 HDTV 所取的扫描行数为目前扫描行数的两倍,为了克服闪烁,采用了逐行扫描方式。就目前世界上一些国家对高清晰度研究情况,大致可分为三种基本系统。

(1) MUSE 传输方式——非兼容 HDTV 系统

MUSE 传输方式是日本的 HDTV 系统。MUSE 是一种高效的频带压缩技术,其编码器和解码器使用了大量的数字信号处理电路,但最后对射频载波仍采用模拟调制,所以为数字、模拟混合式的高清晰度电视。

(2) HD-MAC 制式的 HDTV 系统

HD-MAC 制式是西欧的 HDTV 系统,是欧广联确定以 MAC 制式为基础的且逐步向宽屏幕 HDTV,HD-MAC 过渡。HD-MAC 的参数为:1250/50/2:1,画面宽高比例为 16:9。

(3) 全数字式 HDTV 系统

全数字式 HDTV 比较成熟的系统为 GA 系统,它为美国过去各个数字 HDTV 系统的优化组合,压缩方式采用 MPEG-2 标准,伴音采用 Dolby 公司的数字声音压缩方案,保证系统在世界范围内的互换性和可被接收性,以利于系统的推广。

六、卫星电视的主要技术指标

根据国际电联规定,卫星电视的主要技术指标有如下几个方面。

1. 有效全向辐射功率和地面功率密度

卫星的有效全向辐射功率 P 等于发射器输出功率 P_T 与发射天线增益 G_T 乘积的分贝数 (dBW) 其表达式为:

$$P = 10 \lg P_T G_T (\text{dBW})$$

到达地面接收点的强度就是地面功率密度,用 ϕ 表示,单位为 dBW/m^2 (即以每平方米 1W 作为 0dB,记作 dBW/m^2)。 ϕ 与其相应地面场强 $E(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$ 的关系表达式为:

$$\phi (\text{dBW}/\text{m}^2) = E (\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) - 145.76 (\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$$

2. 载/噪比 (C/N) 和信/噪比 (S/N)

未加调制信号的载频功率与噪声功率之比称为载噪比 (C/N)。

信号功率与噪声功率之比称为信噪比 (S/N)。

3. 地面接收站的品质因数 (G/T)

天线的增益 G 与接收设备等效噪声温度之比,称为地面站的品质因数,单位为 dB/K 。

4. 接收天线的仰角与方位角的计算

$$\text{仰角 } EL = \arctg \frac{\cos \Psi \cos \lambda_a - \frac{\gamma}{\gamma + h}}{\sqrt{1 - \cos^2 \Psi \cos^2 \lambda_a}}$$

$$\text{方位角 } AZ = \arctg \frac{\text{tg} \lambda_a}{\sin \Psi}$$

式中, Ψ 为接收点天线所在的纬度。 λ_a 为卫星经度。 γ 为地球半径 (6378.1km)。 h 为卫星到地球的距离 (35786.5km)。

七、卫星电视接收系统的基本组成

卫星电视接收系统主要由两大部分组成。一部分为室外单元,它由接收天线(又称为抛物

面天线)、馈源、高频头组成。另一部分为室内单元(又称为卫星电视接收机),它由变频调谐解调电路、视频处理电路、伴音处理电路等组成。其电路组成方框图如图 1-4 所示。

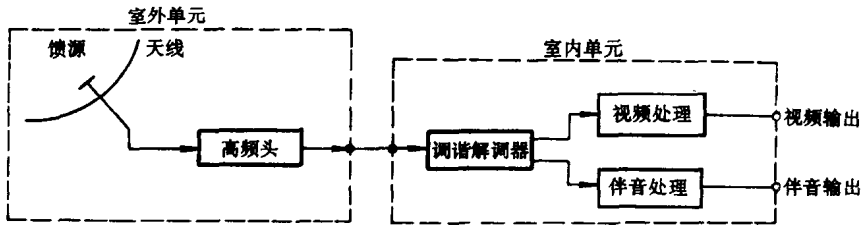


图 1-4 卫星电视接收系统的基本组成

由天线接收下来的卫星电视信号经高频头放大变频为第一中频信号,然后通过电缆送至室内部件。

室内部件将送来的中频信号进行滤波、放大、限幅,再经 FM 解调器解调为视频复合基带信号,最后分别经视频和伴音处理后得到视频信号和音频信号。

第二节 卫星电视接收天线与馈源

卫星电视接收天线是卫星接收系统的重要组成部分,它的好坏直接影响接收质量。卫星电视接收天线的作用是通过接收天线的反射面,将收集到的卫星电视信号聚集到馈源上,形成适合于波导传输的电磁波送给高频头处理。

卫星电视接收天线一般为抛物面天线,因馈源的安装位置不同,分为前馈式抛物面天线和后馈式抛物面天线。前馈式抛物面天线是将馈源放置在抛物面的焦点位置上,如图 1-5 所示。后馈式抛物面天线又称为卡塞格仑天线,它具有两个反射面,即主反射面和副反射面,副反射面安装在主反射面的焦点位置上,馈源安装在副反射面的焦点上,如图 1-6 所示。

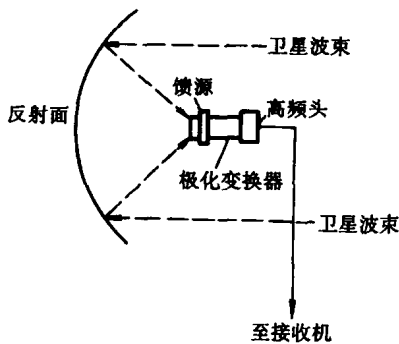


图 1-5 前馈式抛物面接收天线

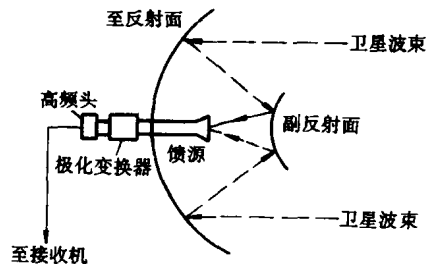


图 1-6 后馈式抛物面接收天线

抛物面天线由天线的反射面、馈源、馈源支撑、底座等组成,结构如图 1-7 所示。

一、天线原理

抛物面天线的反射面好比一面凹镜,可以把卫星发射的电磁波聚成一点,使该点的电磁波

比原来接收时的强度大千万倍。所以抛物面天线实际上是一个电磁波收集器,其工作原理如图 1-8 所示。

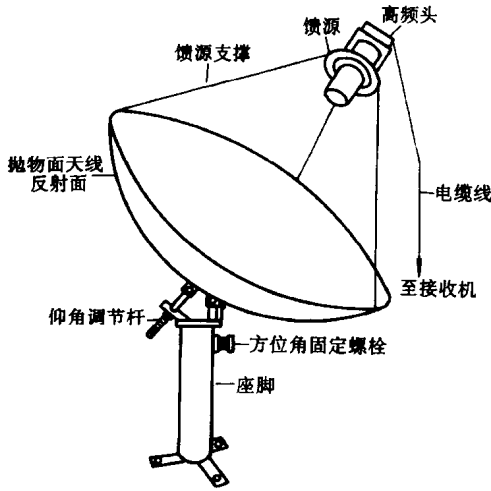


图 1-7 抛物面接收天线的基本组成

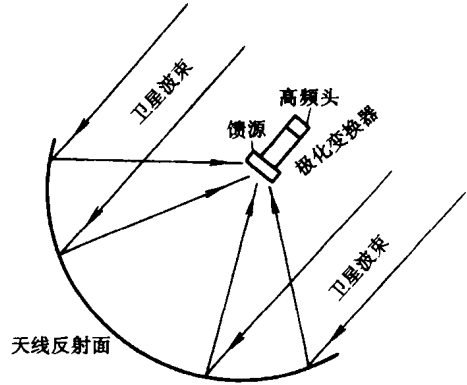


图 1-8 抛物面天线对电磁波的聚焦作用

由图 1-8 可知抛物面天线口径越大,集中的能量越大,增益越高,接收效果越好,但成本也会随天线口径的增大而增加。根据电磁波的传播特性,当天线口径一定时,抛物面天线的增益可随所接收的电磁波频率的增高而增大。

抛物面天线可以看成是一条抛物线绕它的轴线旋转一周而成的曲面,如图 1-9 所示。

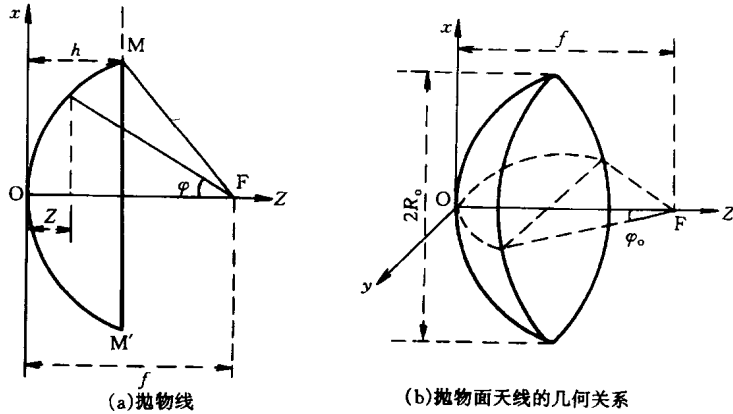


图 1-9 抛物天线的形成及几何关系

图 1-9(a)表示在平面上的抛物线 MM' , F 为抛物线的焦点, O 为顶点, OF 的长为焦距, 用 f 表示, OF 称为抛物面的轴线, 与口径面垂直, 抛物线绕轴线旋转后两个终点 M 、 M' 成为抛物面的边缘, 边缘所形成的平面为天线的口径面, 如图 1-9(b) 所示。焦点到抛物面边缘上任一点的连线与轴线间的夹角称为抛物面口径的半张角, 用 φ_0 表示。抛物面的口径 $D = 2R_0$, 口径半径为 R_0 。在极坐标系中, 抛物面的极坐标方程 P 为:

$$P = \frac{2f}{1 + \cos \varphi} = f \sec^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

抛物面口径的半张角 φ_0 与口径 $2R_0$ 的关系式为:

$$\varphi_0 = 2\text{tg}^{-1}\frac{2R_0}{4f}$$

抛物面天线的增益 G 为：

$$G = \left(\frac{\pi 2R_0}{\lambda}\right)^2 g$$

式中： $2R_0$ 为抛物面天线反射面的口径； λ 为工作波长； g 为天线效率，一般取值为 0.7 ~ 0.8。

抛物面天线的焦距 f 为：

$$f = \frac{R_0^2}{4h}$$

式中： R_0 为抛物面天线口径半径； h 为抛物面天线的深度。

二、馈源

馈源是抛物面天线的重要组成部件，可以把它看成是一个方向图较宽的小型天线，它装在抛物面天线反射面的焦点位置上。馈源的作用是将聚集在焦点上的电磁波转换为适合于波导传输的某种单一模式的电磁波，供给高频头内部的低噪声放大器放大。由于馈源形如喇叭，通常人们又把馈源称为馈源喇叭。

馈源由两大部分组成：一是辐射部分，它为一个带有波纹槽的圆环，由撑杆固定在焦点位置上，它的作用能使方向图圆对称，减小后向辐射和交叉极化分量；另一部分为极化阻抗变换过渡部分，通常它的一端为圆形口，安装在辐射部分波纹槽的圆环中，另一端为矩形口，高频头安装在此位置，极化阻抗变换过渡部分的作用是把圆极化变换为线极化（或者相反），改变极化方向，同时实现极化匹配和阻抗匹配。馈源结构如图 1-10 所示。

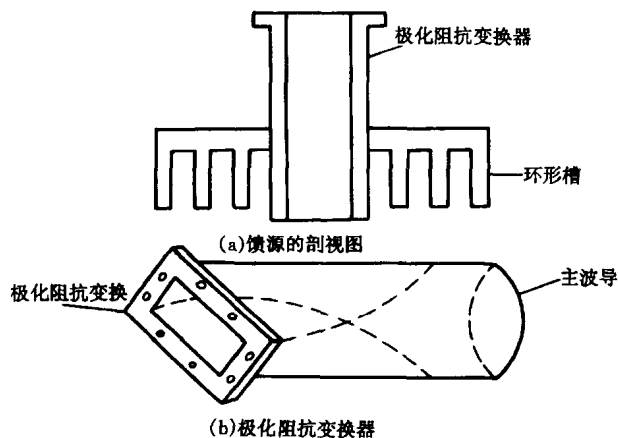


图 1-10 馈源的结构

三、有关极化的几个基本概念

我们知道，当天线面与传播的电磁波电场方向一致时，电场在天线上感应的电动势最强，接收到的信号也就最大。当天线面与电场方向垂直时，便收不到信号，我们把电磁场的取向叫做电磁波的极化。电磁波的传播有二种类型、四种极化方式，即圆极化和线极化两种类型，左旋圆极化、右旋圆极化、垂直线极化和水平线极化四种方式。

圆极化波是指我们如果沿着电磁波的传播方向看去,电场矢量顺时针方向旋转的称为右旋圆极化波,相反为左旋圆极化波。线极化是指来自卫星的电磁波中电场矢量方向的运动轨迹为一条直线,电磁波中电场矢量方向与卫星运动轨道平面垂直,称为垂直极化波。电磁波中电场矢量方向与卫星运动轨道平面平行,称为水平极化波。两个等幅的线极化波在与传送方向一致,且在空间正交有 90 度的相位差时,可以合成一个圆极化波。

第三节 高频头与功率分配器

一、高频头的作用与组成

高频头是低噪声放大器和下变频器的合称,英文缩写为 LNB,它的作用是对馈源收集送来的电磁波进行低噪声放大,并与本机振荡信号进行混频得到 950 ~ 1750MHz 的降频信号,我们称此降频信号为第一中频信号,该信号由高频头的前置中频放大器放大后,通过电缆线传送给室内单元。高频头的方框图如图 1-11 所示,它由波导微带转换头、低噪声场效应管放大器、带通滤波器、第一混频器、第一本机振荡器、前置中频放大器、直流稳压电源电路组成。电缆线在输送高频头输出的第一中频信号给室内单元的同时,又由室内单元向高频头馈电,提供高频头所需电源。

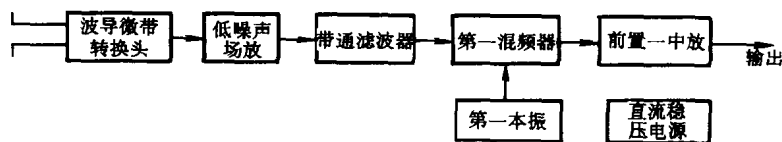


图 1-11 高频头的组成框图

二、高频头的电路原理

为了帮助了解高频头内部电路原理,下面把高频头内部各组成部分电路原理分别介绍如下。

1. 低噪声前置场效应管放大器

低噪声前置场效应管放大器由多级场效应管放大器组成,它的输入端加入一个低损耗隔离器以获得较小的电压驻波比,同馈源相匹配。低噪声放大器的等效电路原理框图如图 1-12 所示。

图 1-13 为典型的三级低噪声场效应管放大器电路原理图,图中场效应管 3 个脚 G、D、S 分别为栅极、漏极和源极,放大器的工作点用三极管来稳定,栅极偏压由集成电路 555 振荡整流输出的约 -3.5V 电压供给。各级放大器的输入输出端采用微带电路结构组成滤波匹配网络。

2. 第一混频器

第一混频器的作用是把低噪声放大器送来的卫星电视信号(如 3.7 ~ 4.2GHz)与本机振荡信号混频产生第一中频信号(称为降频信号)。第一混频器按器件分有肖特基二极管混频和场效应管混频,现以肖特基二极管平衡混频器为例,说明其原理。