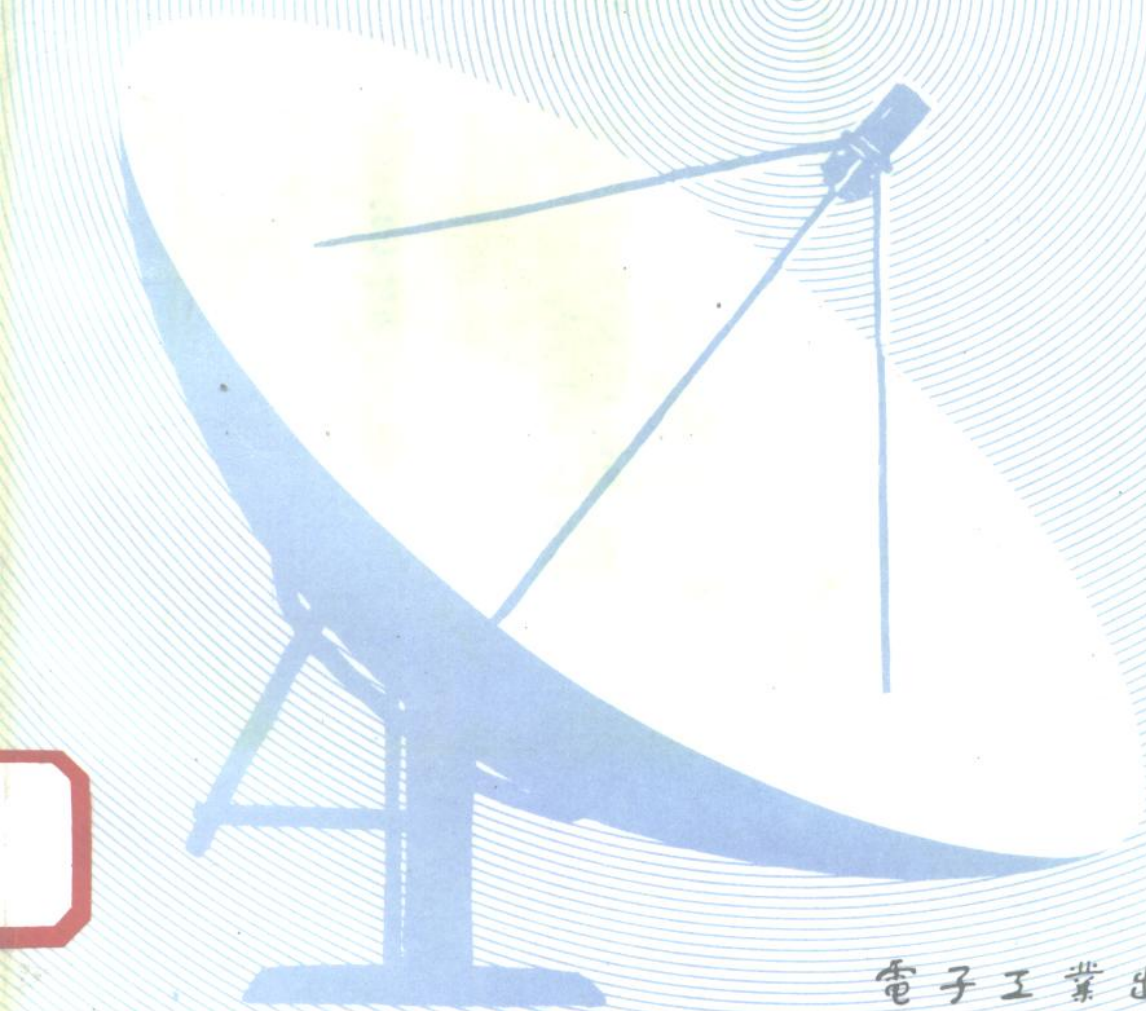


实用卫星电视 接收技术

——原理、安装、测试和检修

周顺海 编著

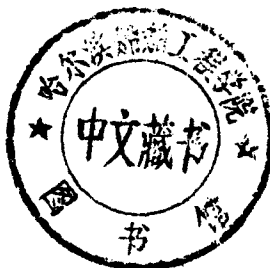


电子工业出版社

实用卫星电视接收技术

——原理、安装、测试和检修

周顺海 编著



电子工业出版社

(京)新登字 055 号

DE 16 6

内 容 提 要

本书详细地介绍了卫星电视接收技术。全书共分六章,分别介绍了卫星电视的基本概念及主要技术,卫星电视接收系统各单元设备的原理、具体电路和整机电路,对卫星电视接收系统的安装、调试、各单元设备的常用测试方法和实用检修方法都有详尽的介绍。附录中收集了卫星电视接收系统的各种实用资料和东芝 C3、C4 型、P-350 型、WS-1000 型、XS-2000 型接收机电路图。本书系统、通俗、实用,可供卫星电视接收站、有线电视系统的工程技术人员和大专院校相关专业的师生参考,也可作培训班教材。

实用卫星电视接收技术

——原理、安装、测试和检修

周顺海 编著

责任编辑 陆伯雄

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

电子工业出版社计算机排版室排版

北京顺义李史山印刷厂印刷

*

.. 开本:787×1092 毫米 1/16 印张:12.125 插页:4 字数:310 千字

1994 年 7 月第 1 版 1994 年 7 月第 1 次印刷

印数:10100 册 定价 12.80 元

ISBN 7-5053-2349-0/TN·679

前 言

卫星电视作为一种先进的广播形式,已为大众所接受;卫星电视收视质量高、覆盖范围广的突出优点已为人们所认识;卫星电视是高科技产品,作为一种新型的电器设备,已经引起了科技、工业界的重视;卫星电视,是集视听娱乐、学习教育、信息交流等多种形式于一体的广播媒体,是现代社会人们生活不可缺少的东西。其实,早在 1984 年日本就开始有了卫星电视广播,节目收视者除日本国内的 300 万用户外,还有台湾的 30 万用户、韩国的 20 万用户等,是世界上较早使用卫星电视广播的国家。日本东京举办的奥运会实况转播就是首次奥运会实况通过卫星向全球的电视广播。可以预料,到本世纪末人们将要享受高清晰度的卫星电视。

本书的第一章和第二章将介绍卫星电视的基本概念及主要技术,第三章在介绍卫星接收系统各单元设备原理的基础上,侧重卫星接收机的各具体电路及整机电路的介绍(包括较为普及的 P-350 型接收机),第四章介绍卫星电视系统的安装与调试等内容,第五章主要介绍了卫星电视接收设备的常用测试方法,第六章介绍卫星电视接收设备实用的一般检修方法,并给出东芝 C3、C4 型接收机和 P-350 型接收机的检修流程,附录中收集了一些实用资料。

在本书编著过程中,陈九治教授提出了宝贵的意见,并详细审校了全稿;关肇华教授、陈煜景副教授、俞正德讲师给予了大力支持,张寄宁同志为本书的录入排版进行了精细的工作;常江、周强、郑浩同志付出了大量的时间和精力;在此对他们表示衷心的感谢。

最后,恳切希望读者对本书的不当之处给予指正。

编 者

一九九三年六月

目 录

第一章 卫星电视概述	(1)
§ 1-1 静止卫星与卫星电视广播	(1)
一、静止卫星	(1)
二、卫星电视广播	(1)
三、卫星电视广播与卫星电视分配	(2)
§ 1-2 卫星电视广播系统的组成	(2)
一、上行地球站	(2)
二、广播卫星	(3)
三、卫星电视接收站	(3)
四、跟踪遥测指令站	(4)
§ 1-3 卫星电视广播的特点	(4)
§ 1-4 卫星电视广播的频段与频道	(5)
一、无线电频率使用的分区	(5)
二、卫星广播的频段划分	(5)
三、Ku 频段的频道划分	(6)
四、C 频段的频道划分	(6)
§ 1-5 卫星广播的体制	(7)
一、卫星电视图像信号的传输方式	(7)
二、卫星电视伴音信号的传输方式	(7)
§ 1-6 卫星电视的发展及其现状	(9)
一、最早的两次卫星广播试验	(9)
二、世界各国相继发展的卫星电视广播系统	(10)
三、卫星电视广播的发展趋势	(13)
四、我国卫星电视广播的展望	(14)
第二章 卫星电视信号广播与接收的主要技术问题	(15)
§ 2-1 电视信号的制式和参数	(15)
一、黑白电视信号与彩色电视信号	(15)
二、彩色电视的三种制式	(16)
三、电视信号的正负极性	(16)
§ 2-2 电视信号的调频技术	(17)
一、正弦波的调频及其卡松带宽	(17)
二、电视信号的调频及其卡松带宽	(18)
三、调频制的调制增益和制度增益	(20)
四、调频解调器的门限效应	(21)
§ 2-3 调频解调器的门限扩展技术	(21)
一、门限裕量与门限扩展解调的概念	(21)
二、门限扩展解调的方法	(22)

三、锁相环解调器(PLD)	(22)
四、频率负反馈锁相环门扩解调器	(25)
§ 2-4 预加重和去加重技术	(25)
一、预加重的概念和作用	(25)
二、视频预加重和去加重特性及其网络参数	(26)
三、伴音预加重和去加重网络	(27)
§ 2-5 能量扩散技术	(28)
一、能量扩散的作用	(28)
二、能量扩散的方法	(29)
三、能量扩散的计算	(30)
四、去能量扩散	(30)
§ 2-6 电视制式转换技术	(30)
一、NTSC 制式到 A-PAL 制式的模拟转换技术	(30)
二、模拟方式处理的制式转换	(32)
三、数字制式转换技术	(33)
§ 2-7 双画面传输技术和图像信号加扰技术	(34)
一、双画面传输技术	(34)
二、图像信号加扰技术	(35)
§ 2-8 视频的加权信噪比及伴音的信噪比	(37)
一、视觉加权的概念	(37)
二、加权网络特性及其加权系数	(38)
三、视频加权信噪比	(39)
四、伴音信噪比	(39)
§ 2-9 图像质量的评价标准	(40)
一、国际无线电咨询委员会 CCIR 的标准	(40)
二、欧洲广播联盟的标准	(41)
三、我国的国家标准	(41)
§ 2-10 卫星电视接收的主要参数及其性能指标计算	(41)
一、上行线路调制参数	(41)
二、广播卫星转发器的参数	(42)
三、接收站天线对广播卫星的几何关系	(43)
四、接收系统的品质因数 G/T 值	(45)
五、接收系统的输入载波功率 C	(45)
六、接收系统的输入噪声与载噪比 C/N	(47)
七、接收系统性能指标计算	(49)
八、接收系统的综合计算方法	(51)
第三章 卫星电视接收设备原理	(52)
§ 3-1 卫星电视接收系统的基本原理	(52)
一、卫星电视接收系统的基本组成及其工作原理	(52)
二、卫星电视接收的几种方式	(53)

三、频段兼容·····	(54)
四、频道兼容·····	(54)
§ 3-2 卫星电视接收天线·····	(55)
一、接收天线的类型·····	(55)
二、接收天线的主要部件·····	(55)
三、天线的电气指标·····	(58)
四、天线的机械性能·····	(60)
五、新型的接收天线简介·····	(60)
§ 3-3 高频头·····	(61)
一、高频头分系统的组成及作用·····	(61)
二、高频头的技术指标·····	(62)
三、高频头连体馈源(LNBF)·····	(63)
§ 3-4 传输馈线和宽带功分器·····	(63)
一、传输馈线·····	(63)
二、宽带功率分配器·····	(63)
§ 3-5 卫星电视接收机·····	(64)
一、接收机的组成及其作用·····	(64)
二、变频调谐部分的电路原理·····	(66)
三、解调部分的电路原理·····	(68)
四、一体化的变频调谐解调器·····	(71)
五、视频处理部分的电路原理·····	(74)
六、伴音处理部分的电路原理·····	(75)
七、室内单元设备的主要性能指标·····	(78)
§ 3-6 卫星电视接收相关设备介绍·····	(79)
一、电视制式转换器·····	(79)
二、电视调制器·····	(80)
三、电视差转机/发射机·····	(80)
§ 3-7 典型卫星电视接收机电路原理介绍·····	(81)
一、WS-1000 型接收机·····	(81)
二、东芝 TSR-C3 型接收机·····	(83)
三、XS-2000 型接收机·····	(86)
四、东芝 TSR-C4 型接收机·····	(88)
五、P-350 型接收机·····	(92)
第四章 卫星电视接收设备的安装、调试与操作·····	(96)
§ 4-1 卫星电视接收的系统设计·····	(96)
一、明确卫星电视接收系统的具体要求·····	(96)
二、系统设计前的调研工作·····	(96)
三、方案的拟定与论证·····	(97)
四、系统设计中的可靠性因素·····	(97)
五、设备的购置·····	(97)

§ 4-2 卫星电视接收系统的站址选择和避雷措施	(98)
一、站址的地形选择	(98)
二、站址区微波干扰的电测	(98)
三、接收系统的避雷措施	(99)
§ 4-3 卫星电视接收系统室外单元设备的安装	(101)
一、接收天线地基的预施工	(101)
二、接收天线的安装步骤	(101)
三、接收天线一致性校准	(101)
§ 4-4 卫星电视接收系统室内设备的安装	(102)
一、室内单元设备的布置	(102)
二、室内单元设备的连接	(102)
§ 4-5 卫星电视接收设备的调试	(103)
一、接收天线的调试(找星)	(103)
二、接收机的调试	(104)
三、与卫星电视接收相关设备的调试	(106)
§ 4-6 卫星电视接收设备的操作使用	(107)
一、日常操作要点	(107)
二、接收频道的变更方法	(107)
三、接收卫星的变更方法	(107)
第五章 卫星电视接收设备的测试	(108)
§ 5-1 馈分系统的主要指标测试	(108)
一、天线增益的测试	(108)
二、天线的旁瓣测试	(109)
三、天线噪声温度的测试	(110)
§ 5-2 高频头分系统的指标测试	(111)
一、高频头等效输入噪声温度 T_e 的测试	(111)
二、高频头增益的测试	(112)
三、高频头幅频特性的测试	(113)
四、高频头输入输出特性及互调特性测试	(114)
§ 5-3 接收机分系统的指标测试	(115)
一、接收机解调门限的测试	(115)
二、接收机工作频率范围和输入电平范围测试	(117)
三、接收机镜像干扰抑制比的测试	(118)
§ 5-4 卫星电视接收设备的系统指标测试	(119)
一、接收机系统 G/T 值的测试	(119)
二、接收系统的视频信号噪比的测试	(120)
三、接收系统视频信号线性失真的测试	(122)
四、接收系统视频信号的非线性失真测试	(125)
五、接收系统的选行测试	(127)
六、伴音信噪比的测试	(127)

第六章 卫星广播电视接收设备的维护与检修	(129)
§ 6-1 卫星电视接收设备的维护	(129)
一、卫星电视接收设备的日常维护	(129)
二、卫星电视接收设备的日常维护要求	(130)
§ 6-2 接收设备的一般检修方法及常见故障原因分析	(130)
一、卫星电视接收设备的一般检修要求	(130)
二、卫星电视接收设备的一般检修方法	(130)
三、常见故障及原因分析	(131)
§ 6-3 卫星电视接收系统室外单元设备的检修	(133)
一、接收天线的调整	(133)
二、高频头的故障检修	(134)
§ 6-4 卫星电视接收系统室内单元设备的检修	(134)
一、WS-1000 型接收机的检修	(135)
二、东芝 C3 型接收机的检修	(137)
三、东芝 C4 型接收机的检修	(143)
四、P-350 型接收机的检修	(149)
主要参考文献	(152)
附录一 国标——国内卫星通信地球站总技术要求(第四部分)	(153)
附录二 部标——卫星广播图像质量要求	(157)
附录三 国标——彩色电视图像传输标准	(159)
附录四 电视信号制式与参数	(162)
附录五 日本 Ku 频段卫星广播电视信号的传输参数	(163)
附录六 中国电视频道/频率分配表	(166)
附录七 亚洲卫星一号 ASIASEAT - I 和中星 5 号主要技术参数	(168)
附录八 CCIR 637-1 报告 各种电视制式去加重、加权系数	(172)
附录九 主要城市卫星接收天线的方位角与仰角值	(173)
附录十 复用模拟分量(MAC)制式简介	(176)

第一章 卫星电视概述

§ 1-1 静止卫星与卫星电视广播

一、静止卫星

地球卫星的轨道形状有椭圆形和圆形两种,地球的中心就是椭圆轨道的一个焦点或是圆形轨道的圆心。如果卫星轨道是圆形的,且重合于赤道平面,半径为 42164.66km,其飞行方向与地球自转方向一致,那么从地面上看去,卫星是“静止”不动的,这种对地球相对静止的同步卫星称为静止卫星。如图 1.1-1 所示,为地球卫星的轨道的示意图。

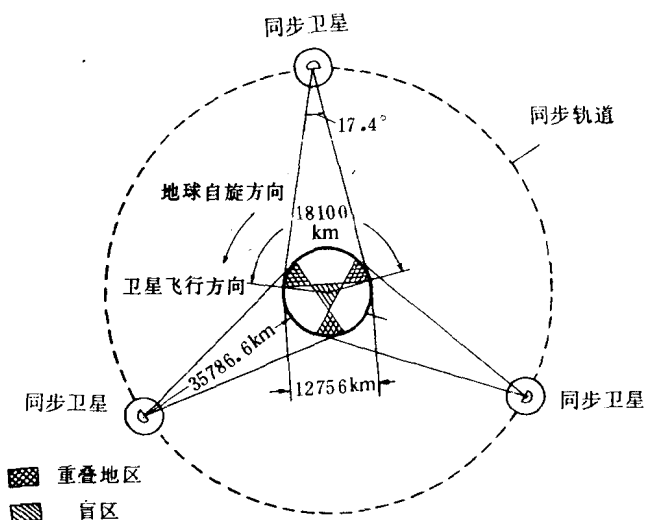
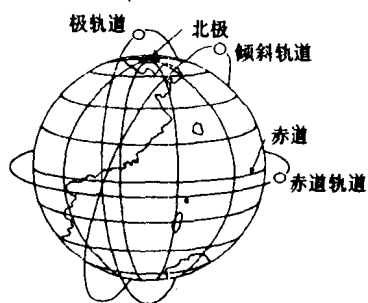


图 1.1-1 地球卫星轨道示意图

图 1.1-2 利用静止卫星建立全球通信

英国克拉克曾在 1945 年预言,利用静止卫星可以实现全球通信。到 1965 年此预言已经变为现实了。如图 1.1-2 所示,就是利用三颗静止卫星,以 120°的间隔分布在赤道上空的静止轨道上,实现除地球两极附近地区外的全球不间断的通信。

二、卫星电视广播

利用静止卫星进行广播,是卫星通信的三个主要业务之一。卫星广播是利用大功率的静止卫星向特定区域播送电视和声音广播信号,并使广大用户能用较简易的设备直接进行收听收看的一种先进广播形式。利用静止卫星直接转播电视信号节目称为卫星电视广播或卫星直播电视(DBS-TV)。卫星电视是卫星电视广播的简称。通过各种技术手段或方式,采用简易、廉价的设备接收卫星电视信号,并满足一定收看质量的技术称为卫星电视接收技术。接收卫星电

视信号的地球站,称为卫星电视接收站或卫星直播电视接收站。由于这种站只能接收信号而没有发射信号的功能,所以常称为卫星电视只收终端 TVRO(TELEVISION RECEIVE ONLY TERMINAL)。本书主要介绍卫星电视接收技术。

三、卫星电视广播与卫星电视分配

必须指出,早期卫星通信中的电视信号传输不属于卫星电视广播,而称为卫星电视分配。因为当时的卫星功率太小,地面接收要用大型地球站,然后再分送给本地的电视台转播给用户。

卫星通信和卫星电视广播几乎都是利用静止卫星,以此作为微波中继站进行信息传送。同时,通信卫星自开始试验和使用以来,除了进行其它通信业务外,都在进行电视信号的传送,就这方面来说,两者具有相同的因素。

卫星通信主要用来传送电话、电报、数据等多种电信业务,其中也包括对电视信号分配式传送。通信卫星将各地球站联接起来,形成覆盖的通信网,进行点对点的双向信息交换。相对电视信号而言,则是进行两个地球站之间的节目传送。

卫星电视广播主要是由广播卫星向地面转发电视信号,为广大用户(集体和个体)直接提供电视节目。这是点对面的单向传送,形成面的广播覆盖网。为使用户的接收设备越简单越好,要求星上转发器采用大功率输出,或点波束强信号覆盖。用户接收天线口径小,设备简单。

§ 1-2 卫星电视广播系统的组成

卫星电视广播系统,指的是参与卫星电视广播链路各种设备的整体。完备的卫星电视广播系统通常由下述四个部分组成。

一、上行地球站

上行地球站的任务是将欲发送的广播电视信号进行必要的基带处理,经调制、上变频和高功率放大,然后通过天线向广播卫星发送。上行地球站(简称上行站)包括上行主站(又称卫星电视广播中心站),上行分站和移动上行站,如图 1.2-1 所示。

1. 上行主站

上行主站除具有一般上行站的功用外,还有遥测、遥控和跟踪设施,可以直接监控卫星的姿态、轨道位置和各种工作状态;具有接收卫星转发下行电视信号的设备,以监视卫星广播电视信号的传输质量。

2. 上行分站

上行分站一般作为主站的备份站。与主站相比,除不具备遥测、遥控和跟踪功能之外,其它应与主站设备相同,在主站有故障或某些特殊情况下可以像主站一样向广播卫星传送电视广播节目。

3. 上行移动站

上行移动站一般是车载式的上行站或是便于安装使用的可搬移式上行站。常用于现场新闻或实况的采访和转播。

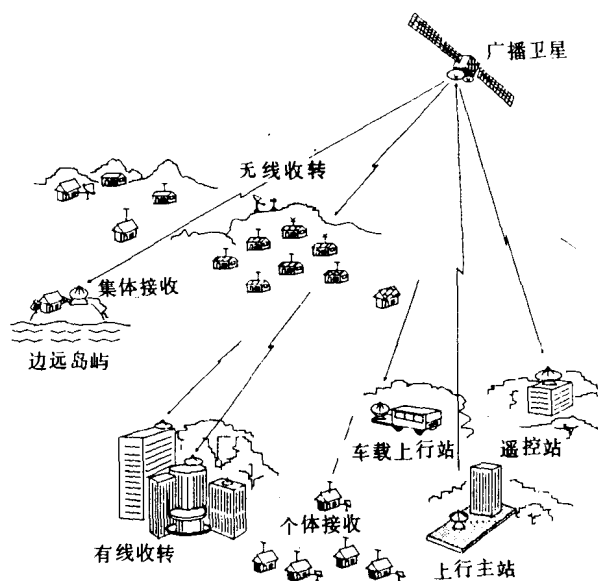


图 1.2-1 卫星广播系统组成

二、广播卫星

广播卫星是整个卫星广播系统的核心,其作用是接收来自上行站的电视广播信号,通过星载转发器进行变频放大后经发射天线转发给服务区域内的各种卫星电视接收系统。广播卫星具有不同于一般的特别是早期通信卫星的技术特点:

1. 发射功率较大,即 $EIRP_s$ 较高。广播卫星辐射功率越强,地面接收设备就越简单而廉价。广播卫星高功放输出功率通常在数百瓦量级,如日本 BS-2a 卫星的转发器输出功率为 100W,苏联荧屏卫星转发器的输出功率为 200W。而一般通信卫星只有几瓦到几十瓦量级。
2. 必须有足够长的使用寿命和高可靠性。为此,必须使用长寿命、高可靠性能的元部件,同时必须设置星上的备份部件、备份转发器以及备份卫星。
3. 所需太阳能电池单元的数目多、体积和重量大,增加了卫星发射火箭的负荷和操纵系统的复杂程度。

目前,有大型综合性静止卫星,星上除有中、小功率的通信转发器外,还有大功率的专用广播转发器。这种卫星通常称为综合性通信广播卫星。

三、卫星电视接收站

卫星广播电视接收站,主要用来接收广播卫星转发的广播电视节目信号。各种类型接收站为不同用户提供不同的信号传输方式,以满足不同的收视要求。按用途的不同接收站可以分为以下四类:

1. 个体接收系统 TVRO

在广播卫星向服务区转发到地面的电视广播信号功率足够大的条件下,用户用小型天线的简易卫星电视接收系统直接收看广播卫星转发的电视节目。

2. 集体接收站 SMATV

这是采用较大口径天线的接收系统,接收广播卫星转发的电视节目,供集体用户直接收看

或经转换成地面电视广播信号的形式,引入共用的闭路电视系统。

3. 无线收转站

类似于前面的集体接收站,但它把接收的卫星广播电视信号作为电视节目源,供设在该地区的电视台或差转台进行转播。因为最终广播节目是以无线广播方式送出去的,所以称为无线收转站或称为差转站。为满足用户的收视质量,无线收转站要用较大口径天线的接收系统。

4. 有线电视网收转站 CATV

也类似于集体接收站。它是将接收的卫星广播电视信号,转换成 VHF 或 UHF 调幅电视信号的形式,通过同轴电缆分送到各用户。

四、跟踪遥测指令站

跟踪遥测指令站同广播卫星上的跟踪遥测指令分系统相结合,共同完成对卫星的工作状态、星体的姿态和定点位置等方面的参数进行遥测,发现异常情况及时进行遥控,以保证广播卫星的正常工作。

§ 1-3 卫星电视广播的特点

电视信号从使用地面微波中继传输到用通信卫星的分配传输,进而发展到用卫星直接广播,这是随着各种通信业务的扩大和微波无线电技术以及空间技术不断进步的结果。与地面电视广播相比,卫星电视广播具有如下特点。

1. 卫星电视广播的传输距离远、覆盖面积大

利用静止卫星进行电视广播,相当于将一个微波中继站“悬挂”在赤道上空的高度约为 35786km 的太空,因此电波传输距离远,而且只需一颗卫星,就能使地球上约三分之一的地区都能同时收看卫星转发的电视广播节目。它相当于完成了地面上成千上万个微波中继站和电视发射或转播台的传输与覆盖作用。

2. 卫星电视广播传输质量高

地面电视的广播,采用微波接力方式由北京电视中心分送给全国各地,由于信号有衰落,特别是需经多次转接,信号失真大,广播质量受到严重影响。卫星广播传输环节少,并且信道稳定,所以接收到的信号失真小,广播质量高。

3. 卫星电视广播使用频率高、频带宽、传送信息容量大

它具有实现高清晰度电视、高保真的声音广播、静止画面广播、传真和数据广播等多种新的传输方式的可能性。

4. 卫星电视广播不受地理环境因素影响

地面广播与传输,常受地理条件限制,不能实现良好的广播覆盖。卫星电视广播信号由卫星在太空向地面辐射,不受高山、海洋、沙漠、岛屿等地理环境影响。

5. 卫星电视广播的投资少、见效快

虽然广播卫星的研制和发射费用高,地面发射设备复杂,造价也高,但与建设和维护庞大的地面发射转播台站、节目传输网的总投资相比,卫星广播的费用仍然要节省得多,而且随着覆盖范围的增大,费用的差别也愈大。

另一方面我们也应当看到,建立卫星电视广播也有其特殊的要求和存在一些不足。如:卫星电视广播系统需要集中投资,一次建成;在卫星的研制、发射、控制和管理技术上要求甚高;

静止卫星难以进行维护和修理等等。当然,随着卫星广播技术的发展和科学技术水平的不断提高,有些问题正在不断得到解决。卫星广播的显著优势和必然的发展趋势,已被人们所认识和重视。可以预料,卫星广播在 90 年代将是大发展的时期。

§ 1-4 卫星电视广播的频段与频道

一、无线电频率使用的分区

国际电信联盟(ITU)从无线电频率使用的角度考虑,把全世界分为三个区域。

1. 第一区包括欧洲、非洲和前苏联的亚洲部分、蒙古以及伊朗西部边界以西的亚洲国家。
2. 第二区包括南美洲、北美洲。
3. 第三区包括亚洲的大部分国家和大洋洲。

我国属于第三区。

二、卫星广播的频段划分

关于卫星广播使用的频段问题,国际电联于 1971 年召开的宇宙通信世界无线电行政会议(WARC-ST),首次分配了卫星广播业务的使用频段,如表 1.4-1 中所示。其中 42GHz 和 85GHz 频段是卫星广播专用频段、12GHz 频段规定卫星广播可以优先使用。1979 年 9 月电联对国际《无线电规则》作了一次全面的修订。有关卫星广播部分作了如下变更:

表 1.4-1 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
	11.7~12.5	800	✓			广播业务优先使用
	12.1~12.7	600		✓		广播业务优先使用
	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

1. 扩展了 12GHz 卫星广播频段,即 12.5~12.75GHz 频段,第 3 区可增加为用于集体接收卫星广播用,与卫星固定通信业务等共用。

2. 划定了 12GHz 的卫星广播上行链路所使用频段,以 14.5~14.8GHz 和 17.3~18.1GHz 作为第 3 区卫星广播上行链路使用频段。14~14.5GHz 频段也可用,但须与其他卫星固定业务网协调。

3. 把原来 41~43GHz 卫星广播频段下移 0.5GHz 到 40.5~42.5GHz,以保护射电天文业务。另外,又划定 47.2~49.2GHz 频段供卫星广播的上行链路用。

这里应指出,通常卫星广播频段是指下行链路频段。因为卫星广播上行链路类似于地面广播网中的节目传送链路,属通信线路,所以卫星广播系统上行链路频段是属于卫星固定通信业务频段。

为了充分利用各频段内的无线电频率,而又防止相互间干扰,通常将频段内的频带分为若干个频道。Ku 频段内的 500MHz 带宽被划分为 24 频道。

三、Ku 频段的频道划分

Ku 频段内 11.7~12.2GHz 的 500GHz 频带被划分成 24 个不同频道。各频道间隔为 19.18MHz,第 N 个频道的中心频率 f_{Nk} 可由下式表示:

$$f_{Nk}=11708.3+19.18N(\text{MHz}) \quad (1.4-1)$$

从式中可知,每频道的带宽为 19.18MHz,而卫星广播中一个频道的电视信号所需带宽常为 27MHz,因此实际中相邻频道间的信号有频带重叠,为避免可能引起的相互干扰,要求相邻广播波束之间采用非相邻的频道和不同极化方式。Ku 频段的 24 个频道的中心频率如表 1.4-2 所示。

根据国际规定,我国属于第 3 区,Ku 频段卫星广播应使用 11.7~12.2GHz 频段,当广播卫星使用东经 92°轨道位置时,电联分配给我国的频道有:

1. 下行链路左旋圆极化波频道:1、3、5、7、9、11、13、15、17、19、21、22 和 24 共 13 个;
2. 下行链路右旋圆极化波频道:2、4、6、8、10、12、14、16 加上未分配的 18、20 共 10 个。

四、C 频段的频道划分

目前,我国和大多数亚洲地区国家仍采用 C 频段的卫星通信转发器进行分配和传输卫星电视节目。C 频段第 N 频道的中心频率 f_{Nc} 可由下式给出:

$$f_{Nc}=3708.3+19.18N(\text{MHz}) \quad (1.4-2)$$

由上式仍可看出,频道间隔也是 19.18MHz,也会出现频率重叠的干扰,为此要求相邻频道或相同波束中要采用不同极化或不同频道的广播技术。

表 1.4-2 Ku 频段的 24 个频道的中心频率

频道	中心频率 MHz	频道	中心频率 MHz	频道	中心频率 MHz
1	11727.48	9	11880.92	17	12034.36
2	11746.66	10	11900.10	18	12053.54
3	11765.84	11	11919.28	19	12072.72
4	11785.02	12	11938.46	20	12091.90
5	11804.20	13	11957.64	21	12111.08
6	11823.38	14	11976.82	22	12130.26
7	11842.56	15	11996.00	23	12149.44
8	11861.74	16	12015.18	24	12168.62

§ 1-5 卫星广播的体制

确定卫星广播的体制,既要考虑实际情况,又要顾及长远的发展。从各国已经或正在建立的广播系统来看,采用 C 频段卫星电视分配作为过渡,进而发展到 Ku 频段的卫星电视直播,是较适合于我国的情况。同时,图像和伴音的数字化是必然的发展趋势,数字声广播也是卫星广播的一个业务。

一、卫星电视图像信号的传输方式

1. 模拟调频制

图像信号的模拟调频制传输,是卫星电视广播对卫星通信中电视信号传输方式的沿袭,目前仍然较普遍地采用。这种方式中彩色电视信号通常有三种制式:NTSC、SECAM 和 PAL 制。这三种制式的信号用卫星调频广播线路传输,虽然也可以获得较好的图像,但存在一些固有的缺陷和不足,要想获得更清晰更好的图像质量,人们又寻求其他的电视制式。

2. 复用模拟分量 MAC 制式

复用模拟分量 MAC 制式尽管也是采用调频传输,但它针对以前彩色电视模拟调频传输所用三种制式的固有缺点进行重大改进,明显特点是改频分复用制为时分复用制,克服频分制的许多不足,在获得高质量图像信号的同时,还提供高质量的数字伴音和数据通道。关于复用模拟分量 MAC 制式的介绍见附录十。

3. 高清晰度电视 HDTV 制

高清晰度电视 HDTV 制的研究,最近发展迅速。日本、欧洲和美国形成了三个主要的竞争对手。高清晰度电视的发展,无论对地面电视广播还是卫星电视广播都将带来巨大的变化。我国也已着手 HDTV 的研究和开发。由于 HDTV 的发展对电子工业将起极大的影响作用,日、美和欧洲都不愿放弃这种时机,各自开发自己的标准,相互之间也没有兼容性。日本的 HDTV 制式是 MUSE 系统、欧洲是 HD-MAC 系统、美国则有自己的 HDTV 系统。不过无论何种 HDTV,由于其传输带宽较宽,采用卫星直播方式是最适宜的。

4. 数字电视 DTV 制

数字电视 DTV 的发展和普及有待于电子技术特别是集成电路技术(高速 A/D、D/A 转换芯片,高速帧、行信号存储器,高速数字信号处理芯片等)的发展以及人们的需求。尽管最近在数字电视 DTV 方面有不少进展,但进入实用的数字电视时代尚未来临。不过,DTV 是电视发展的必然趋势,卫星电视广播也将以 DTV 制式而趋向完善。

二、卫星电视伴音信号的传输方式

卫星电视伴音信号的传输有三大类共七种方式:

1. 副载波方式的伴音传输

①单副载波模拟调频方式,这是目前 C 频段卫星电视中最早采用的一种方式。它是在高于视频最高频率的某一位置,设置一个伴音副载波(如我国在卫星电视中用 6.6MHz,在地面电视广播中用了 6.5MHz),用伴音信号对副载波进行调频,再与视频信号(图像信号)合路组成复合基带信号,然后进行调制再送入信道的。如图 1.5-1 所示。这种方式的伴音信号与图像信号是频分复用的,增加了信号的传输带宽。

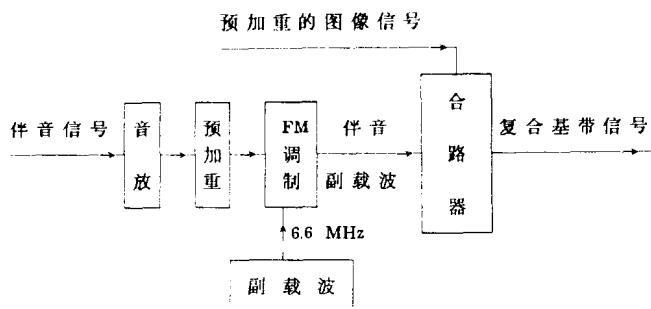


图 1.5-1 单副载波模拟调频方式的伴音处理框图

②双副载波模拟调频方式,由于增加一个伴音通道,可以传输双声道立体声节目或双伴音(如两种语言或背景声与解说词一起传输)的节目。

下面先介绍一下立体声节目传输问题。双副载波传输立体声节目时,两个副载波分别传输左、右声道编码后的信号。为了区分,将双副载波传输通道分别称主声道和副声道;而对于立体声节目则定义在声源左侧传声器拾取到的信号称为左声道信号(用符号 L 表示),在声源右侧传声器拾取到的信号称为右声道信号(用符号 R 表示)。

在地面调频立体声广播中,将左、右声道信号 L 和 R 经过编码矩阵处理,得到它们的和差信号,即:

$$\text{和信号: } M_{FM} = L + R \quad (1.5-1)$$

$$\text{差信号: } S_{FM} = L - R \quad (1.5-2)$$

然后在双副载波的主声道中传输和信号 M_{FM} ,副声道中传输差信号 S_{FM} 。接收时,先解调出和信号 M_{FM} 与差信号 S_{FM} ,再利用解码矩阵分离出左、右声道的信号 L 和 R 。即:

$$M_{FM} + S_{FM} = (L + R) + (L - R) = 2L \quad (1.5-3)$$

$$M_{FM} - S_{FM} = (L + R) - (L - R) = 2R \quad (1.5-4)$$

被分离出的左右声道信号,通过两路扬声器放声,就构成动听的立体声节目。

地面调频立体声广播中,之所以采用和差编码方式,主要是它可以得到单声道和立体声双声道两者的兼容性。当播放立体声节目时,普通单声调频接收机只能收到主声道的和信号 M_{FM} ,虽然没有立体声效果,但收听质量与非立体声的单声道广播相同。

在卫星电视广播中立体声伴音时,同样存在单副载波方式和双副载波方式兼容性问题。在双副载波立体声伴音方式中,主声道传送的仍是和信号 M_s ,但副声道中传送的是 R 即右声道信号,目的是为减少相互干扰。其编码方式是:

$$\text{主声道: } M_s = (L + R) / 2 \quad (1.5-5)$$

$$\text{副声道: } S_s = R \quad (1.5-6)$$

收端经解调得到主、副声道信号后,按下面解码矩阵可恢复出左、右声道信号,即:

$$L = 2M_s - S_s \quad (1.5-7)$$

$$R = S_s \quad (1.5-8)$$

双副载波方式传送双伴音时,采用主、副声道分别传输一个伴音,而不再进行编码。对于单副载波方式的接收机仍可选择收听两个伴音中一个。

③多副载波动态压缩窄带模拟调频方式(熊猫立体声伴音传输方式)

为了充分利用有限的卫星频率,亚洲一号卫星采用 WEGENER 公司发明的动态压缩窄带