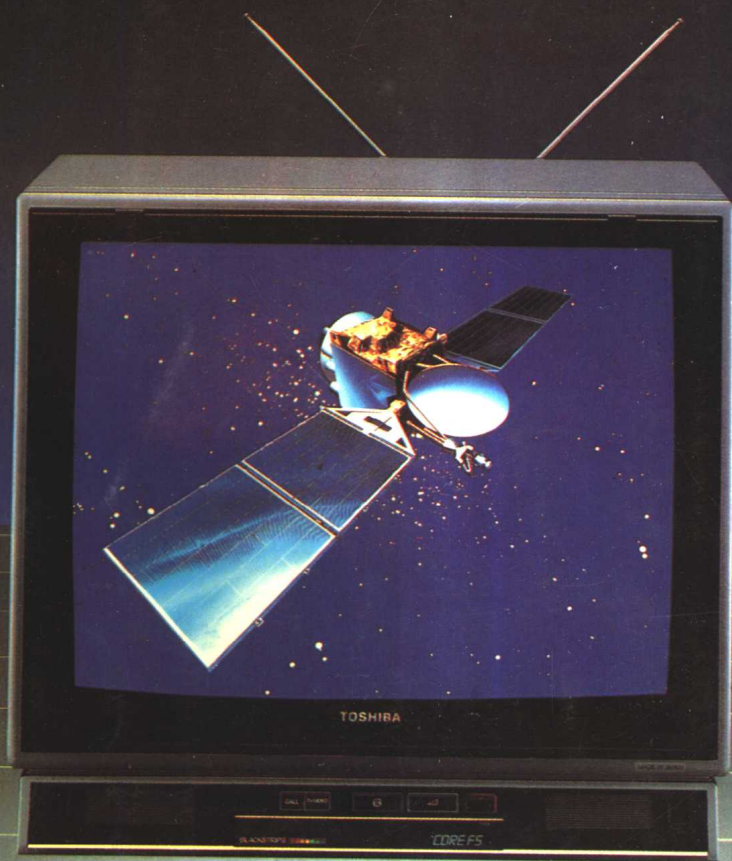


卫星电视与家庭接收技术

WEIXING DIANSHI YU
JIATING JIESHOU JISHU



福建科学技术出版社

9 福州大学
图书馆 盖章

-2/



9315718

卫星电视与家庭接收技术

戴志贤 官春华 编 著

TN943.3
198

福州大学
图书馆
藏书
印

福建科学技术出版社

(闽)新登字03号

卫星电视与家庭接收技术

戴志贤 官春华 编著

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店经销

福州七二二八工厂印刷

开本787×1092毫米 1/16 14印张 3插页 333千字

1993年3月第1版

1993年8月第2次印刷

印数: 5 301—15 500

ISBN 7—5335—0607—3 / TN · 55

定价: 8.20元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

我国卫星电视广播已有二十余年发展历史。这期间，根据我国实际情况和技术发展，卫星电视地面接收站的发展一直以集体接收方式为主，即卫星电视由地面接收站接收后，通过地面转播传输媒介，如电缆电视网、小型发射机或差转机等，转送至千百万的家庭电视接收机。1990年4月7日“亚洲Ⅰ号”卫星发射成功并投入运行，对我国卫星电视小型接收站的发展起了巨大促进作用，各地相继建立起来的小型地面接收站有如雨后春笋。我国发射大功率电视广播卫星“东方红Ⅲ号”及“亚洲Ⅱ号”的计划正在紧张地进行中。可以预料，它们的发射和投入运行，将会再次掀起我国卫星电视小型地面接收站、家庭接收站的发展高潮。应该说，家庭站的普及是我国社会生活及技术发展的必然趋势。

在这一发展背景下，要求系统地学习和深入地探究卫星电视小型地面接收站的基础理论、新技术和新机型设备，已成为众多工程技术人员，大、中专学生和业余无线电爱好者的热切愿望。为此，本书则应运而生了。

本书的重点在于阐述卫星电视小型地面接收站和家庭接收站。内容的系统性、新颖性和实用性是编著者所追求的目标。因此，在阐明卫星电视系统及接收站的基础理论知识的同时，力求紧密地跟踪现代电子技术的发展步伐，较为详细地介绍有关小型地面站的新技术、新机型。同时，在各章节中，都用较大篇幅来阐释这些新技术，剖析新机型电路。这些新技术、新机型的成就，是卫星电视小型接收站、家庭接收站赖以建立和发展的保证。其中，新型平面接收天线，采用HEMT半导体器件的高频头、接收机的一体化电子调谐器、调频解调器门限扩展技术、数字伴音解调器、应用线性内插法和动态补偿法的电视制式转换技术，Ku和C波段的兼容接收技术以及各类专用大规模集成电路，还有卫星电视传输新制式——MAC制及高清晰度卫星电视广播等，它们既构成卫星电视接收站的技术特色，又作为卫星电视高质量接收的技术保证。此外，还介绍实用的单机与系统的测试方法。我们期望这样一种写作结构对具有一定专业基础的读者能提供一种深造的启迪；对于初学者，当导引入门后，能较快地理解和应用这些新技术、新成果，从而站在较高水准的起跑线上。

参加本书编著的有戴志贤、官春华、马秀金、施惟贤、田士臣和史益仁等。本书插图绘制得到张辉同志的帮助，在此，表示谢意。

由于时间仓促，加上学识水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，诚恳

地希望读者热心赐教。

编著者
1992年5月

目 录

第一章 卫星电视广播概述	(1)
第一节 电视广播与太空中继站.....	(1)
第二节 卫星电视系统的构成.....	(5)
第三节 卫星电视信号的传输制式.....	(8)
第四节 卫星电视MAC制原理与发展.....	(11)
第五节 卫星电视的频率管理.....	(15)
第六节 我国卫星电视接收站的主要技术标准.....	(18)
第七节 国内外卫星电视的现状与发展.....	(27)
第八节 从“亚洲I号”卫星电视收视看我国家庭站的崛起.....	(30)
第二章 信号、噪声与接收系统性能	(32)
第一节 电波传输特性.....	(32)
第二节 接收系统噪声.....	(34)
第三节 接收天线的噪声温度.....	(38)
第四节 接收信号的载噪比与门限效应.....	(39)
第五节 接收端输出信号信噪比及其与载噪比关系.....	(40)
第六节 人眼视觉和信号预加重对信噪比的改善.....	(43)
第七节 电视图像质量评价及其与信噪比的关系.....	(45)
第三章 接收天线系统	(47)
第一节 天线系统特性参量及其相互关系.....	(47)
第二节 抛物面天线原理及构成.....	(50)
第三节 馈源原理及结构.....	(54)
第四节 极化转换与极化器.....	(57)
第五节 圆矩过渡波导与馈线.....	(59)
第六节 抛物面天线传动装置与支架结构.....	(61)
第七节 单轴天线与多波束天线原理.....	(62)
第八节 平面形及其它形式天线的原理与结构.....	(63)
第九节 Ku和C波段兼容天馈系统.....	(66)
第十节 抛物面天馈系统设计撮要.....	(67)
第十一节 天线控制器.....	(69)
第十二节 实用家庭站天线系统.....	(70)
第十三节 天线系统电性能测试.....	(72)
第四章 高频头及功率分配器	(76)
第一节 高频头组成及其性能指标.....	(76)
第二节 低噪声放大器电路.....	(79)
第三节 下变频器电路.....	(83)

第四节	家庭站要求与高频头产品	(92)
第五节	高频头性能测试	(97)
第六节	功率分配器	(99)
第五章	卫星电视接收机	(101)
第一节	卫星电视接收机构成方案	(101)
第二节	电子调谐器电路	(102)
第三节	限幅器与鉴频器	(108)
第四节	门限扩展技术	(111)
第五节	一体化调谐器	(113)
第六节	基带信号的处理电路	(119)
第七节	数字伴音解调技术	(123)
第八节	接收机电源及控制等电路	(125)
第九节	MAC制信号调制与解调原理	(129)
第十节	接收机测试	(132)
第十一节	一种实验型卫星电视接收机的制作	(136)
第十二节	常用接收机机型简介	(138)
第六章	家庭单收站系统设计及其它	(142)
第一节	家庭单收站系统参数的估算	(142)
第二节	站址选择与天线安装考虑	(144)
第三节	天线对星计算与调节	(146)
第四节	防电磁干扰与雷击	(150)
第五节	太阳干扰规律性的认识	(152)
第六节	小型单收站统调与维护要则	(152)
第七章	卫星电视转播与彩电制式转换	(155)
第一节	接收转播系统的构成	(155)
第二节	与CATV系统联播及调试	(156)
第三节	小功率发射转播	(157)
第四节	小功率电视发射机	(159)
第五节	差转机转播中的问题及处理	(162)
第六节	“四色定理”与“四频道覆盖”	(164)
第七节	国际彩色电视三制式	(164)
第八节	彩电制式转换	(172)
第八章	高清晰度电视	(181)
第一节	高清晰度电视特点和发展现状	(181)
第二节	关于HDTV信号标准	(183)
第三节	关于IDTV、EDTV和ADTV的特点	(187)
第四节	日本的MUSE系统	(191)
第五节	西欧的HD-MAC系统	(197)
第六节	美国的全数字HDTV系统	(198)
第七节	EDTV电视接收机的消重影技术	(207)
第九章	附录	(211)

一、卫星电视广播名词注释.....(211)
二、附图.....(216)

第一章 卫星电视广播概述

卫星电视广播是高科技发展对人类社会生活的赐福。当您坐在家，用一只口径不及1米的抛物面天线对准地球相对静止轨道上的电视广播卫星时，天下山川、民俗人情、新闻要讯尽入眼底。此时您定有天涯咫尺之叹。有赖于此，“秀才不出门，全知天下事”成为现实，人们倍感人类生存空间的距离大大地缩小了。

我国从1985年国务院向“老、边、少”地区赠送53座卫星地面站开始，仅几年时间，在960万平方公里的土地上，已耸立起万余座卫星地面站，仅云贵川三省就超过5000座。“亚洲I号”卫星上天，沿海地区小口径单收站崛起，发展势头喜人。家庭站已不是梦幻了。高技术的成就振奋人心，再有两三年时间，可望卫星地面站建设高潮即将到来。有人预言，21世纪开始将在全球范围内出现一个“卫星文化”时代。

第一节 电视广播与太空中继站

自电视广播出现以来，人们追求的目标之一是最大地扩大电视广播的覆盖区域。因为广播是以无线电波传送电视信号的，而电视广播的电波频率高，其传播特性为直线性；又因为地球表面曲率，区域覆盖的扩大不仅要求增强无线电波的发射功率，而且要尽可能地提高发、收天线的高度。先前所依赖的微波接力是每隔一定距离，建立高耸的收发中继塔台，一站一站地接力传送。这种传输方式的最大视距如图1-1所示，其计算公式如下：

$$r_0 = r_A + r_B = 3.57 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \text{ 公里} \dots\dots\dots (1-1)$$

式中 h_1 、 h_2 表示收、发天线的高度，单位为米。地球半径 R_0 取6370公里。如果考虑到对流层对超短波的折射影响，上式的修正，应把系数3.57改为4.12。当然，条件是收、发两点间没有其它障碍物。

因此，要在地球表面上扩展视距，在功率足够条件下，唯有增大收、发天线的高度。这就是众多微波中继站的天线塔台多建在高山之巅的理由。微波中继站的间距通常设计要求也只有50公里左右。因此，依赖地面中继站扩展电视广播

的覆盖地域，不仅代价大，而且效果也十分有限。但是，人类的认识不会停止在一个水平上，我国有关部门已经作出决定，今后中央台电视节目的中继传输不用微波站，而直接用通信卫星信道。

远在人造地球卫星问世之前，英国小说家克拉克于1945年10月发表的一篇重要文章就指出，利用人造卫星可以实现人类梦寐以求的全球通信。他的构想如图1-2所示，即在地球赤道上空36000公里的相对静止轨道上，相距 120° 处分别放置3个人造卫星作为无线电中继转播站，进行地面远距离通信，即全球通信。克拉克的这个设想就是建立太空中继站的设

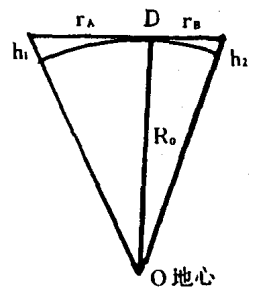


图1-1 电波传输视距示意图

想。卫星在赤道上空的静止轨道上，相对地球不动且居高临下，几乎能把地球表面的二分之一尽收眼底。因此，通信卫星转发器的区域覆盖绝非地面微波中继站和无线电发射塔所能比拟的。

原苏联于1957年10月成功地发射了第一颗人造卫星之后，人类便进入太空技术发展和应用时代。在实现克拉克的构想中，经历了低、中地球轨道和静止轨道的各个试验阶段，采用过无源反射器和有源变频转发器的不同技术。而今，作为全球通信与区域通信及电视大区域覆盖广播技术已日臻完善。不同用途、不同容量的通信卫星和电视广播卫星大展宏图，为人类文明的建设作出了巨大贡献。

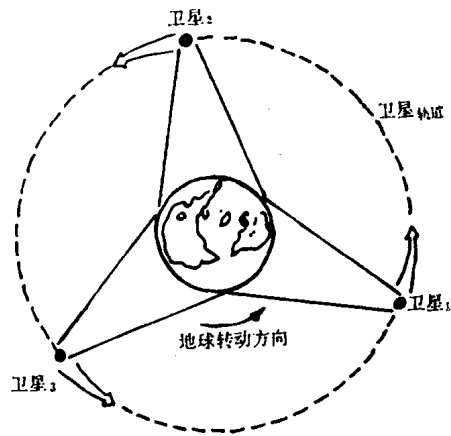


图 1—2 克拉克构想

人造卫星的电视广播有两种工作方式：一种是与通信兼容，即利用通信卫星的某些信道（转发器）向地球上一定区域发送电视信号；另一种是直接向电视收视户发送电视信号的电视直接广播。后一种卫星称为电视直播卫星。这两种卫星在设计上有较大差别。

通信卫星是以通信服务为主，它一般与大型地球站联络。其特点是：

- 1、下行信号功率小，通常只有几瓦至几十瓦数量级。
- 2、传输信息多样，有电报、电话、传真和数据等。这些信息占用频带远较电视信号为窄，最宽也只1.2MHz，因而电报、电话的容量大，多达几万、十几万路。这种信道用以传输宽带的电视信号，则只能传输一路或几路而已。
- 3、波束的覆盖依实际需要而定，通信服务面积大。
- 4、地面接收站天线口径要大，要达几米、十几米以上，接收系统的噪声温度要低，因此投资大。作为电视信号接收站只适宜为集体或区域接收服务，所以是属于转播型服务。

此外，由于频率的选择为非广播用的C波段，频带的限制不可能为电视广播提供较多的广播频道；同时为避免对地面C波段微波通信的干扰，对卫星发射的信号功率通量密度也严加限制。即使采用较大频偏值的能量扩散技术，所允许的最大辐射功率也仍然十分小，因此简易卫星电视接收站难以接收这种卫星广播。

直播卫星是电视广播专用卫星，其设计特点是信号能适应于小口径地面接收站，以及一般家庭简易接收站，如天线口径在1米以下的接收站。其特点为：

1、发射功率大，通常达数百瓦数量级。譬如日本的BS—2a卫星的两个转发器均为100瓦，BS—3卫星则达130瓦，这样大大地降低了对地面接收站的要求，卫星电视接收系统也便于进入寻常百姓之家。收看卫星电视节目，如同收看本地电视台广播节目一般。

2、要求卫星本体的太阳电池帆板多且大，因而卫星体积要大，对卫星的发射能力和控制技术也更高。

3、传输信号往往是一路或几路电视节目，再加上几路或十几路的语言广播。

4、发射波束多要求区域赋形，有利于频率资源和功率的利用。如图 1—3 示出卫星共

用同一频率 f_1 ，但可避免相互干扰的情形。该图中 S_n 代表卫星， R_n 为服务区， f_1 为同一频率， α 为卫星间隔， E 为地球， G 、 O 为相对静止卫星轨道。

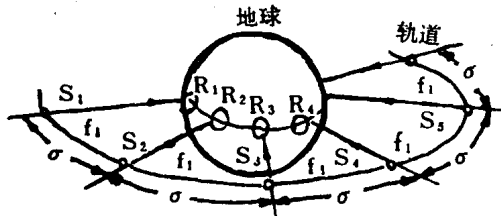


图 1—3 (a)

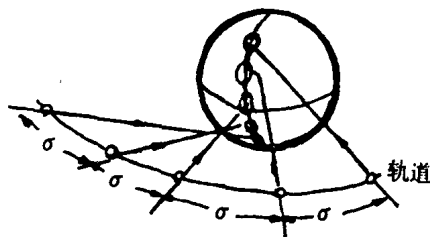


图 1—3 (b)

图 1—3 广播卫星和服务区

从工作频率考虑，直播卫星普遍采用更高的Ku频段。其好处是对地面微波通信无干扰，小区域赋形波束易于实现，接收天线造价降低等。从目前技术水平考虑，Ku广播卫星在趋向成熟化的过程中，要加以注意和解决的几个问题是：

1、广播信号较强，则要求严格控制卫星发射天线的波束定向限于规定区域范围，漏场强不应超过国际有关规定。

2、Ku波段信号雨致损耗大，暴雨时信号有中断可能，要求接收天线的口径应有足够余量。

3、为提高Ku波段接收机质量，拟采用高中频（140MHz或400MHz）技术，生产技术难度较大。

4、卫星体积、重量大，制造、发射费用高，好在地面站建设费用因天线口径小而降低，得到一定补偿。

5、星上大功率（100W以上）的行波管高效率、长寿命技术目前尚不完全成熟，要求有适当备份保驾。

卫星寿命的确定，主要还是取决于其定位控制的辅助推进装置的燃料储备量的消耗。因为由于多种因素的影响，静止卫星定点后是要缓慢地偏离其原有位置。欲令其恢复“静止”位置，要靠星上辅助推进装置在地面站的控制下喷射而纠偏的。所以，一旦辅助推进装置工作所需的燃料消耗殆尽时，就无法控制卫星了，此时纵然星上转发器工作正常，也因轨道的偏离而不能使用。

相对地球静止轨道上的卫星为避免相互间工作干扰，要求有一定间距，如 3° 左右。以 360° 计，静止轨道最多也只能提供120个位置。这就要求轨道位置的统一管理。国际电联对各国享有的卫星定点位置曾作出了统一分配。

目前东半球上空静止轨道的卫星占位情况如表 1—1 所列。

表 1—1

东半球 (东经49°—179°) 上空通信卫星表

卫 星 型 号	国 别	定 点 位 置 (东 经)	等 效 全 向 量 辐 射 功 率 (dBw)	伴 音 副 载 波 (MHz)	彩 电 制 式	备 注
交响乐	法、德	49°		6.5	PAL	
国际V	国际卫星组织	57°				
国际IV	国际卫星组织	60°	26~29	6	PAL	
国际IVA	国际卫星组织	63°			PAL	
国际V	国际卫星组织	66°	30~32	6.5	PAL	中央台一套节目
INSAT-1B	印 度	74°				
统一型	印 尼	77°		6	PAL	
静止-1	原 苏 联	80°				
统一型	印 尼	83°		6	PAL	
东方红I号	中 国	87.5°	33			88.3.发射
静止-6	原 苏 联	90°				
INSAT-1C	印 度	94°				
静止-T ₁	原 苏 联	99°		6.5	SECAM	下行714MHz
东方红I号	中 国	103°	35			86.6.中央台一套
亚洲I号		105.5°	35			
BS-2	日 本	110°			NTSC	Ku波段
PALAPA-B ₁	印 尼	113°				
PALAPA-B ₂	印 尼	118°				
东方红I号	中 国	118.5°				88.2.发射
东方红试验星	中 国	125°				84.4.发射
静止-15	原 苏 联	128°				
CS-2A		132°				
CS-2B		136°				
静止-7	原 苏 联	140°				
BS	日 本	145°		4.5	NTSC	
CSE		150°				
AUSSAT ₁		156°				
AUSSAT ₂		160°				
AUSSAT ₃	国际卫星	164°				
国际V	组 织	173°				
国际VA		179°				

卫星电视广播的特点有以下几方面:

1、覆盖区域面积大。这是不言而喻,它可以不受地理、交通环境条件的限制。在幅员辽阔的我国,一个静止卫星的电波辐射就能均匀地覆盖整个国土。

2、容量大,信道多。以C波段而言,转发器的频带宽度为500MHz,当以频率隔离方式安排频道时,每40MHz一个间隔,便可安排12个频道。若再用极化隔离,频率复用,信道数又可加倍成24个。Ku波段转发器带宽为800MHz,信道容量就更大了。此外,若考虑空间隔离办法(见图1-3),信道数更可增加几倍。

3、电磁波能量利用率高。由于卫星天线的波束指向地面，在其服务区内辐射均匀覆盖，中心区与边远区场强的差异可以做到仅3~4 dB而已。这在地面广播系统中简直是不可想象。由于电视塔电磁波辐射是以与其距离平方成比例衰减的，所以在台站附近区域和其覆盖的边远区域场强差异甚大，这就等于严重浪费了电磁波能量。据计算一座50千瓦的大型电视发射台，大约只有十分之一的功率是有效的。

4、电视广播图像质量好。这因为卫星广播无需像地面系统那样要经多次微波中继站的变换、转送，且电波穿越大气层的行程也短，受气候变化影响小，又可避免多径效应引起的重影现象。此外，接收站用窄波束天线，增益高，削弱非接收方向的干扰信号显著。所以图像信号信噪比高，图像清晰稳定。

5、节省基建投资和建设时间。因为无需建设大量微波中继站，也不必为支持这些台站运行而加维护管理，这特别对那些边远山区，沙漠地带效果更为明显。据亚洲广播联盟估计，对于幅员广大国家，采用卫星广播电视，其成本比地面系统建设可节省60%。

表1-2 给出3种卫星，星载转发器的主要技术参数。

表1-2 星载转发器主要技术参数

卫星名称	国际V号卫星	东方红-I甲号卫星	亚洲一号卫星
主载波传输制式	FM	FM	FM
伴音副载波传输制式	FM-FM	FM-FM	FM-FM
传输带宽(MHz)	20	27	36
EIRP (dBw)	29~33	31.5~36.6	34.5~37
定点位置	60°E	87.5°E	105.5°E
发射天线极化方式	右旋圆极化	水平极化	线极化
转发器数目	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄	A, B, C, D	24个
工作频率 (MHz)	上行	5985.5, 6068, 6148, 6247	6073, 6153, 6323, 6403
	下行	3760.5, 3843, 3923, 4022	3848, 3928, 4098, 4178

第二节 卫星电视系统的构成

卫星电视广播系统的构成及其传输链路如图1-4所示。一个完整的卫星电视广播系统组成的主要部分有5个。

1、节目源：这通常由电视中心录制提供的。节目源是以录像带或视频信号方式输送给下一部分——上行站。

2、上行站：其作用是将欲传输的电视及附加信号通过上行信道发往轨道上的电视卫星或通信卫星。调制方式通常是采用调频。

3、卫星本体：一般备有多个转发器，天

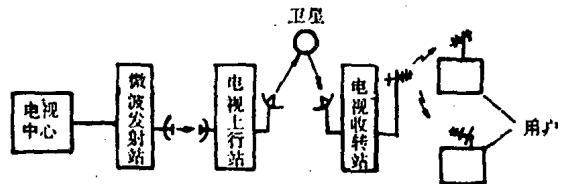


图1-4 卫星电视广播系统示意图

线是对准地球上指定区域的。它能将接收到的上行信号作频率变换、功率放大处理，而后由

定向天线发送给地球接收站。

4、地球接收站：可以是集体大型站和个体简易站，一般作为电视接收只需单向接收就足够，故简称为单收站（TVRO）。

5、卫星遥测跟踪指令站（TTC站）：其作用是测量、控制卫星的位置和姿态及调整卫星转发器的工作状态。它是与卫星对话，并管理卫星的地球站。它接收卫星上送来的遥测信号并进行分析、判断卫星上各系统的工作情况，而后根据需要，或启动卫星上控制系统纠正卫星以恢复其“静止”位置，或调整卫星转发器的工作状态等。实际上，要完成这些繁重而重要的任务，地面站要组成一个庞大的测控网才足以胜任。

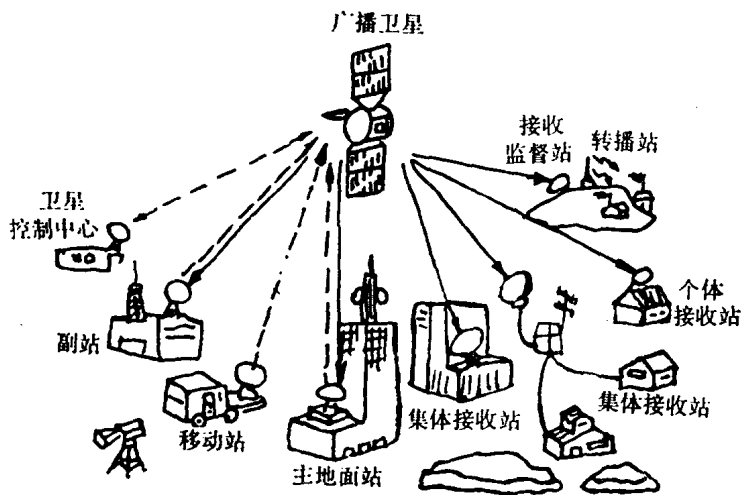


图 1—5 BS卫星直播系统

日本BS卫星是世界上第一颗Ku波段直播卫星，我们简单介绍其电视广播系统的构成。

1、节目源：包括节目制作、运行和发射设备等部门，还有光缆传输系统。

位于东京的NHK广播中心的发送节目控制室，把局内的演播室、新闻中心和现场采访的节目、录像重放节目，以及经由国际通信卫星送来的海外节目进行自动转换，除供电视台、无线广播电台广播外，要送给BS主站即上行站向卫星传输。

2、BS地面站作为上行站，向广播卫星发送节目。主站设在东京，副站设在大阪。此外，还有9个移动站设在东京和日本的其它主要电台。主站的广播卫星应用中心承担下列任务：同时发射第1和第2套电视节目；对搭载在广播卫星上的应答器和主站设备的监视控制；地面设备总体发射、接收的监视以及和君津卫星控制中心及NHK卫星广播有关联的设备协调调整等。此外，还参与利用广播卫星播放高清晰度电视等广播方式的试验。主站设备由电视系统和卫星发射机应答器（遥测、遥控指令）系统的发射、接收设备及监视控制设备等组成。主要机器都配有供自动转换用的备用系统，以提高整个系统的可靠性。在广播中心的屋顶上架设有两副直径分别为8米和5米的卡塞格伦天线，分别与BS—2a和BS—

2b 两颗广播卫星对应。主站的发射功率平常用350瓦，下雨时增加至700瓦和1.4千瓦，以补偿雨天电波传输衰减。为保证线路的品质，还设置有副站，大雨天时也可以通过地面中继线由副站直接向卫星发射上行信号。

副站的发射功率平常也用700瓦，增加时用1.4千瓦。发射天线为4.5米直径的卡塞格伦天线。

移动站由汽车和直升飞机两种构成。对异常灾害地域、地面中继尚未到达的孤岛和山区进行机动中继。车载型有1.2千瓦、180瓦和500瓦等站，天线直径都采用2.5米。位于札幌和福冈的广播会馆屋顶上设有直径为5米的天线，具有使用移动站发射和接收设备的副站功能，也可作主站下雨时的备用站。

从主站发射的电波经由卫星到达地面约需0.25秒时间延时，所以报时用的计时器也应比地面设备快0.25秒。这种时间表示也是卫星广播设备的特点之一。

3、卫星的监视控制：广播卫星的控制业务由千叶县的君津控制中心进行。控制系统由天线、发射接收系统、遥测指令系统、监视控制系统和计算机系统（设备硬件与分析、控制软件）构成。管制中心把卫星送来的遥测数据通过地面的测角天线分析数据，确定卫星的位置、姿态及机器的工作状态，然后向卫星送发指令，以保持卫星在设定的范围内。

NHK卫星广播的电波覆盖范围包括孤岛在内的日本全岛（见附录）。为了掌握卫星的状态，在卫星姿态变化的过程中，地面站可很容易测出天线波束的变化。这些地面接收监视站位于札幌、熊本、小笠原父岛、冲绳的南大东岛和与那国岛，其主站和副站共有7个。接收监视站是无人守机的，卫星电波的接收电平、降雨量等数据被自动记录，并定时送到主站的广播卫星运行中心。该中心把这些数据进行计算机处理，在监视卫星遥测数据的同时，监视卫星发射机应答器的状态、卫星天线的指向、卫星的位置和姿态、地面站的发射状态以及卫星和地球站间电波传输状态等。

4、接收设备：卫星广播的接收有个体接收、集体接收和转播接收3种。个体接收是通过小型天线及BS转换器把卫星信号转换成中频信号送给卫星电视接收机，电视机调在第13频道即可收看。若电视机有AV接口，则可接收到高品质图像和伴音。

集体接收是利用共用天线系统对卫星电视信号进行接收、分配。传输的方法有两种：一种是变换成和地面电视广播相同信号形式进行传输；另一种是变换成中频信号进行传输。前者通过BS天线和BS接收装置接收卫星广播信号，并利用地面电视广播信号形式的VHF或UHF频带的空频道传输，接收者用一般电视机即可收视，但不能接收数字化伴音信号。后者传输方式要经BS天线、BS放大器把中频1GHz卫星广播信号通过BS—UV混合器加入地面V·UHF频带电视信号系统进行传输、分配。这要求共用天线系统能适应BS—IF信号的传输，同时各户还应有BS—UV分离器、BS调谐器。它能接收数字化伴音，而且能适应由于卫星广播采用新的广播方式而无需更改传输系统的设备。

转播方式是把接收到卫星信号用通常的VHF频道发射出去。日本对地面电视覆盖尚未达到的小笠原父岛、母岛和冲绳的南大东岛就设了3个转播发射站。

由于BS—2卫星是属直播型卫星，直接向用户进行卫星电视广播。其发射、运行，促进了小型家庭卫星电视站的发展。在日本本土可以直接接收卫星电视的0.4米口径天线的单收站已进入千家万户。目前BS—2寿命已终止，日本又发射BS—3取代之。

第三节 卫星电视信号的传输制式

地面电视广播系统对图像信号采用调幅残留边带和对伴音采用调频的传输制式，这已是大家所熟悉的。卫星电视广播系统若能沿用这种制式，则只需改变频率，那么接收机就简单得多了。但是单就卫星功率要求而言，调幅制比调频制要大20dB左右，也就是100倍之差。这无论从经济还是从技术方面来考虑，调幅制都难以接受。具体的比较数据参见表1—3。

表 1—3 卫星发射功率比较 (12GHz频段)

	调 幅	调 频
接收图像评价信噪比	42dB	42dB
地面接收天线直径	0.75m	0.75m
接收机载噪比C/N	43dB	18dB
传输带宽	4MHz	17MHz
卫星等效全向辐射功率	84dBw	65dBW
卫星发射天线波束宽度	1.4°	1.4°
卫星发射功率	50kW	630W

所以，现阶段的卫星广播都趋向于采用调频方式。至于声音，则趋向于多路化传输。

一、彩色电视的制式选择

经过多年的发展，地面电视广播形成3种彩色电视制式，这就是NTSC制、PAL制和SECAM制。它们都能跟黑白电视兼容。在卫星电视的发展中，各国、各地区都在原有彩色电视制式的基础上进行同制式的卫星电视广播。这样，用户电视机只要一种制式便能分别适应地面电视台广播和卫星电视广播。由于卫星电视广播覆盖区往往超出国界和地区界限，因而逐步走向国际化。除了应运而生的多制式电视机可满足用户的收看要求外，一般电视机都难以应付这种需求。比如我国东方红Ⅰ甲卫星广播的中央台节目为PAL/D制信号，而日本BS卫星广播是NTSC制信号。当用PAL/D制电视接收机收看NTSC制信号时，只能得到黑白电视图像，且没有声音，这是要考虑的一个重要问题。

二、频带宽度和能量扩散

电视基带信号对主载波进行频率调制时，主载波所占用的频带宽度BW可以用下式表示

$$BW = \Delta F_{p-p} + 2f_m + \Delta F_s \dots \dots (1-2)$$

式中 ΔF_{p-p} 表示视频基带信号引入的最大频偏， ΔF_s 表示能量扩散信号引入的附加频偏， f_m 为视频基带的最高频率。如果从图像信号的同步峰值到“白色”峰值的频偏(即 ΔF_{p-p})为14~11MHz，使线路设计的评价信噪比为45dB，那么所需带宽为22~19MHz。要是附加上声音信号，根据国际无线电咨询委员会的研究，当使用多路音频信道时，带宽为20~40MHz，则有表1—4的要求。从频谱的利用效率看，带宽到25MHz比较合适，这个数值也就是一般卫星电视接收机的标准。

表 1—4

频带宽度要求 (国际无线电咨询委员会报告215—2)

	声音信道数	率 (MHz)		
		700	2600	12000
载波频谱宽度 (MHz)	1	16~22	16~22	22~30
	4	20~26	20~26	27~35
信道带宽 (MHz)	1	18~24	18~24	24~34
	4	23~29	23~29	30~40

式(1—2)中 ΔF_e 的引入是所谓能量扩散的结果。其出发点是这样:全电视信号包括图像信号、同步信号和消隐信号。对于单色(如全黑或全白等)画面,图像信号成分很少,几乎只有同步和消隐信号。此时主载波的能量主要集中在与该单色电平相对应的主载波频率位置上。譬如图像为白色画面时,其对应的白色电平(一个直流分量)便对主载波调频,结果产生一个 $F_{白}$ 的主载波频率,主载波能量便集中在 $F_{白}$ 附近。要是图像为黑色或灰色等,同理,此时主载波的能量便会集中在 $F_{黑}$ 或 $F_{灰}$ 等频率上。如果这些单色主载波频率与地面上某些无线电设备及固定业务电台的工作频率相同或接近时,必然会对它们产生一种同频干扰。由于卫星电视广播覆盖地域广,持续时间长,这种情况是很难避免的,巧合的机会还是很多。为了使电视信号的调频波频谱分布一样,减少干扰,便使用一种能量扩散技术。这种技术是在发射时叠加一个与图像信号同步的对称三角波,接收时再把此叠加波清除干净。能量扩散程度则视卫星发射的功率和工作频段而定。对和其它业务的频率共用的700MHz、2.6GHz则要求较严格。我国卫星电视传输采用25Hz对称三角波,它与帧频同步且三角波的顶点对准场消隐脉冲处,这样可以减弱画面的亮度滚动。三角波产生的频偏峰-峰值为2MHz,主载波在2MHz范围内功率谱呈均匀分布。

三、伴音信号传输

电视的伴音传输有模拟和数字化两种方式。双调频(FM—FM)模拟传输则是最常用一种制式。它是伴音信号先对副载波调频,而后再与视频信号叠加形成一种复合基带信号。复合基带信号对主载波调频广播。我国卫星电视伴音副载波选用6.6MHz,它位于视频带宽(6MHz)之外。

日本BS广播卫星采用数字化技术。它是以32kHz或48kHz速率对声音信号进行采样,而后形成二进制编码信号。数字化的伴音信号对伴音副载波进行相位键控(PSK)调制,而后再与图像信号一起对主载波调频。

声音多路化是卫星广播所追求,能够实现多种语言广播和立体声广播。声音多路方式有副载波多路、独立声音载波多路和图像信号时分多路等。

副载波多路原理是位于图像基带之外,设置几个或一个声音副载波实现频率多路,它们共同对主载波调频传输。多个副载波是将各声音信号分别对自个副载波调频,这些副载波并列于频率轴上。一个副载波多路采用调频-调频方式,即副声道声音信号对次副载波调频,其频谱与主声道声音信号复合后共同对副载波调频,而后与图像信号一起对主载波调频,其频谱变换见图1—6。