

电子天府实用维修技术丛书之二

电视接收机

卫星



实用维修技术

戴祖勤 著

成都科技大学出版社

电子天府实用维修技术丛书之二

卫星电视接收机实用维修技术

戴祖勤 编著

李桂林 王有春 廖汇芳 审

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书较全面地阐述了卫星电视接收系统及各单元电路的工作原理、必要的基础知识,以目前我国使用量较多的 TSR 和 DSB 系列卫星接收机为例,详细地分析了各类故障产生的原因及维修方法。

书中除列举了大量实用电路的典型故障、维修参考数据和各种应急处理措施外,还给出了 TSR-C2、TSR-C3 和 DSB-700S 接收机整机和单元电路的检修流程图,介绍了卫星电视地球接收站的组网方式和主要参数的测试方法。

本书的特点是理论联系实际、物理概念清楚、具有较强的实用性。可供广大无线电爱好者、从事卫星电视接收的工程技术人员和大专院校有关专业师生参考,也可作专业维修人员的培训教材。

(川)新登字 015 号

卫星电视接收机实用维修技术

戴祖勤 编著

责任编辑:何红志

*

成都科技大学出版社出版发行

四川省石油局青年印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:14.75

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

字数:350 千字 印数:1—8 000

ISBN7-5616-1886-7/TN·31

定价:12.00 元

前 言

自1985年9月,我国租用位于东经 66° 上空的国际通信卫星开始卫星电视广播以来,短短几年内,全国已建立起数万座卫星地球接收站。由于卫星电视广播具有显而易见的优越性,因而发展势头有增无减。在这样一个广阔的市场面前,除需要大量的接收设备外,培养一批能熟练使用和维修的工程技术人员是十分必要的。

我国幅员辽阔、地形复杂,卫星电视广播是解决电视覆盖率低、节目源少的最好途径。随着星载转发器EIRP的增大,接收设备性能的提高,卫星电视接收天线的口径也从1985年的6m减小到目前的3m,在我国部分地区,甚至用1.5~2m口径的天线,配以30K的高频头,实收效果也能达到令人满意的程度。这不仅为卫星电视接收的进一步普及,也为逐步进入家庭取得了突破性进展。

由于卫星接收机要将C波段、K波段甚至更高频段的电视信号转变为视频和音频信号,因此,在电路组成上具有不同于一般家电设备的特殊性,并由此给广大用户的使用和维修带来了较大困难。本书是编者多年实际工作经验的总结,书中比较全面、系统地阐明了卫星电视接收机的工作原理及必要的基础知识,内容以实用电路为主,在详细分析电路工作原理的基础上,列举了大量维修实例、检修流程图和检修后的调整方法,具有内容生动、理论联系实际、实用性强的优点,既是初学者的入门参考书,也是广大无线电爱好者和从事卫星电视接收的工程技术人员的一本有用的技术资料。

在本书的编写过程中,得到“电子报”王有春总编、“电子天府”廖汇芳总编的大力支持和帮助,为编者提供了部分难得资料。航空航天部南海机电厂有关领导也对本书的编写给予了鼓励和支持,李桂林高级工程师在百忙中审阅了原稿,提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于本人水平所限,加之时间仓促,因此书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正

编 者

1992年12月

序 言

——“卫电”之门何由入？ 沿此捷径可登堂

戴祖勤高级工程师的新著——《卫星电视接收机实用维修技术》，今天就要付梓了。作为“第一位读者”，不仅大有先睹为快之感，而且觉得该书的出版也是我国卫星电视接收技术界值得高兴的一件事！当前，我国正处于卫星电视接收机“飞入寻常人家”的大普及时期，从专业工作者到电子爱好者都迫切需要一本有关“卫电”技术的好书。“好雨知时节，当春乃发生”。正当人们需要的时候，这本前所未有的“卫电”图书出版了——您说这不是一件快事吗？

目前，我国卫星电视接收机系统，至少已有二、三十万台；如果国家政策允许，将会很快增加几百万台。难怪许多有识之士（包括电子爱好者在内），都在纷纷转向“卫电”的研制、生产、经销、维修或业余爱好。卫星电视接收技术，十年以前尚被人们普遍视为高级尖端技术，一般人也多不敢问津或“染指”。今天，随着电子科技的发展以及新文化电器的普及，人们对于“卫电”技术已不再认为是高不可攀；相反，认为“入门既不难，深造也是办得到的”。但是，从何“入门”，凭何“深造”呢？自从印刷术发明之后，最便捷的入门“路径”，最有效的深造“阶梯”，应该说首先便是书籍。无论我们学什么或干什么，只要有适当的图书和刻苦学习的精神，便不愁不能“入室登堂”。如果您认为这个说法有道理，那么，您翻开的这本《卫星电视接收机实用维修技术》，便是引导您步进“卫电”之门的捷径，帮助您进入“卫电”之堂的阶梯。

戴祖勤高级工程师，1962年毕业于四川大学无线电电子学系，毕业后一直从事雷达、通讯设备的研制工作，1983年转入卫星电视接收技术领域，先后从事过有关设计、生产、装调和维修工作。由于他具有较扎实的理论基础和丰富的实践经验，故他写出的有关卫星电视接收机的维修技术文章，都能受到同行的欢迎。五年前他在全国第三届卫星电视接收技术交流会上，发表的国内第一篇“卫电”维修技术文章，便多次被其他“卫电”图书引用；他在1990年“全国家电维修技术征文大奖赛”中，撰写的《卫星电视接收机的检修技术》一文，获得了征文一等奖并被收入《家电维修技术精华》丛书第六分册中。由于近年我国卫星电视接收的迅猛普及，且早期投入使用的接收机也逐渐进入维修期，故国内卫电专业生产、维修人员和广大安装、调试、操作人员以及电子爱好者，都希望有一本原理叙述简明、物理概念清楚、资料数据翔实、理论联系实际、维修技术系统的实用性“卫电”技术图书。鉴于戴祖勤同志的扎实根底，我们便建议并催促他能尽快写出这样一本书来。他“当仁不让”地担起了这副担子，经过二移寒星，两易其稿，终于按照上述目标写成了此书。

古云：“取法乎上，仅得其中”。虽然戴祖勤同志是按照朋友和读者的期望去努力做了，但写出的书是否能达到要求呢？这应当而且只能由读者去评说或打分，勿庸我们“代庖”了。但对于本书，我们认为有两点是基本上可以肯定的：在维修技术的全面、系统和实用性方面；在电路数据资料的翔实性方面，与迄今国内已出版的同类书籍相比，它是有过之而无不及的，特

别是在维修技术上更具有鲜明特色，其内容基本上都是作者长期丰富实践经验的归纳、升华，完全不同于“书生论道”的空谈泛议。读者只需泛览一下——例如《高频头电路的检修》一节（见本书第4.2和5.7节），便会心里有数了。

我们深信，本书的出版，必将对我国卫星电视接收技术的普及与提高，起到一定的促进作用；同时，我们也希望继此书之后，能有更多更好的佳著问世——特别是对卫星电视接收系统电路工作原理进行详解和融电路工作原理于故障检修分析之中的佳著。

王有春 廖汇芳

1993年1月21日于成都

目 次

1 概 述

1.1 卫星电视广播发展综述	1
1.1.1 各国广播卫星系统的现状和计划	1
1.1.2 我国的卫星电视广播发展概况	3
1.1.3 卫星广播展望	4
1.2 卫星电视广播	4
1.2.1 卫星广播与地面广播的比较	4
1.2.2 卫星广播的主要要求与基本规定	5
1.2.3 卫星电视广播	5
1.3 卫星电视广播系统的组成	8
1.3.1 系统概述	8
1.3.2 上行发射站	8
1.3.3 星载转发系统	10
1.3.4 卫星电视地面接收系统	11

2 卫星电视接收系统的性能分析与计算

2.1 概 述	12
2.2 接收机输入端载波功率的计算	12
2.3 接收机输入端的噪声	13
2.3.1 噪声的分类	13
2.3.2 噪声系数和噪声温度	13
2.3.3 接收机输入端的噪声	15
2.3.4 接收机的载噪比 C/N 和品质因数 G_R/T	15
2.3.5 图象视频信噪比的计算	16
2.3.6 图象质量的主观评价	19

3 天 线

3.1 卫星电视接收天线的种类和组成	20
3.2 天线的主要参数与相互关系	20
3.2.1 有效开口面积 $A_{\text{eff max}}$	20
3.2.2 天线效率 η	21
3.2.3 天线的功率增益 G	21
3.2.4 $A_{\text{eff max}}$ 与 η 的关系	21
3.2.5 方向性增益 G_d	22
3.3 抛物面天线	22
3.3.1 抛物面天线的几何关系	22
3.3.2 卡塞格伦天线	23

3.3.3 馈源的一般形式与基本要求	24
3.4 天线的噪声温度	25
3.5 极化的基本概念	26
3.5.1 电磁波的极化	26
3.5.2 极化形式的判别	27
3.6 对天线结构性能的一般要求与安装维护	28
3.6.1 对天线结构性能的一般要求	28
3.6.2 天线的安装与维护	30
3.7 天线对卫星指向角的计算与站址选择	30
3.7.1 天线对卫星指向角的计算	30
3.7.2 用曲线查找天线对卫星的指向角	33
3.7.3 卫星地面站的站址选择	34

4 卫星电视接收机

4.1 卫星电视接收机的组成	35
4.1.1 一次变频接收机	35
4.1.2 二次变频接收机	36
4.2 卫星电视接收机的使用与维护	36
4.2.1 使用、维修中的注意事项	36
4.2.2 卫星电视接收机的检修特点	37
4.2.3 简易信号跟踪法	37
4.2.4 高频头故障的简易判别法	37
4.2.5 面板显示功能和输出信号特性分析法	38
4.3 卫星接收机故障判别流程图	39

5 高频头电路

5.1 概述	40
5.1.1 高频头电路的组成	40
5.1.2 对高频头的主要技术要求	40
5.2 低噪声放大器	42
5.2.1 微波场效应晶体管	42
5.2.2 低噪声放大器	43
5.2.3 C波段低噪声放大器实例	44
5.3 下变频器	46
5.3.1 单端变频器	46
5.3.2 平衡变频器	47
5.3.3 降低变频损耗的途径	48
5.3.4 下变频器电路实例	50
5.4 微带带通滤波器	51
5.5 本机振荡器	52
5.5.1 介质谐振器的稳频原理	52
5.5.2 介质谐振器稳频的物理意义	53
5.5.3 对本机振荡器的主要性能要求	54

5.6	第一中频前置放大器	55
5.7	高频头电路的检修	55
5.7.1	高频头电路的检修特点	55
5.7.2	微型元器件的拆装	55
5.7.3	高频头常见故障的原因分析与检修	56
5.7.4	高频头电路的检修流程图	58
5.7.5	部分高频头电路的维修参考数据	59

6 射频单元电路

6.1	射频单元电路的组成与功能	61
6.2	第二变频器	63
6.2.1	频道调谐器	63
6.2.2	锁相环 (PLL) 电路的基本原理	67
6.2.3	第二变频器实用电路	72
6.3	中频放大器	74
6.3.1	中频放大器的作用与组成	74
6.3.2	中频带通滤波器	74
6.3.3	AGC 电路	77
6.3.4	注入锁定 (同步) 振荡器 (ILO)	78
6.3.5	限幅电路	79
6.3.6	中频放大器	81
6.4	中频解调器 (鉴频器)	85
6.4.1	斜率鉴频器	85
6.4.2	移相鉴频器	86
6.4.3	平衡鉴频器	87
6.4.4	门限扩展解调器	88
6.5	射频电路的检修	91
6.5.1	检修射频电路的一般原则	91
6.5.2	常见故障原因分析与检修	92
6.5.3	射频电路检修流程图	96
6.5.4	部分卫星接收机射频电路的维修参考数据	96

7 视频电路

7.1	视频电路	99
7.1.1	视频去加重电路	99
7.1.2	能量扩散与钳位电路	101
7.2	视频电路的检修	102
7.2.1	视频电路的检修要点	102
7.2.2	常见故障原因分析与检修方法	102
7.3	DSB 系列接收机视频电路的改装	104

8 音频电路

8.1	VCO 直接调谐解调音频电路	108
8.2	变频式音频电路	110

8.3 PLL 自动搜索调谐音频电路	110
8.3.1 前端电路	111
8.3.2 音频调谐电路	113
8.3.3 带宽选择电路	115
8.3.4 调频解调电路	115
8.3.5 音频放大和静噪电路	116
8.4 音频电路的检修	116
8.4.1 音频电路检修中的一般检查	116
8.4.2 常见故障原因分析与检修方法	117

9 电源电路

9.1 卫星接收机稳压电源的特点	122
9.2 卫星接收机常用稳压电源	122
9.2.1 串联型晶体管稳压电源	123
9.2.2 三端集成稳压电源	124
9.2.3 开关型稳压电源	129
9.3 稳压电源控制电路	135
9.4 电源电路的检修	135
9.4.1 检修电源电路的一般原则	135
9.4.2 分立元件串联型晶体管稳压电源的检修	136
9.4.3 三端集成稳压电源的检修	137
9.4.4 开关型稳压电源的检修	138
9.5 电源电路特殊故障的处理	139

10 其他电路

10.1 信号电平指示电路	140
10.2 前面板键矩阵电路	141
10.3 遥控数据输入电路	142
10.4 极化器控制电路	142
10.4.1 电极化器电路	142
10.4.2 机械极化器控制电路	143
10.5 微处理器控制电路	147

11 卫星电视地面接收站的组网方式

11.1 单收站的组成	151
11.2 收转站的组成	151
11.2.1 直接转播方式	151
11.2.2 中继传输后再发射方式	153
11.2.3 CATV 系统传输方式	154
11.3 功率分配器	154
11.4 射频调制器	156
11.4.1 直接调制式射频调制器	156
11.4.2 变频式射频调制器	157
11.5 射频调制器的常见故障与检修	159

11.6 彩色电视制式转换器	161
11.6.1 模拟制式转换原理	161
11.6.2 数字制式转换器	162

12 卫星电视地面接收站主要参数的测试

12.1 天线的测试条件	164
12.2 天线主要参数的常规测试	165
12.2.1 天线方向图的测试	165
12.2.2 极化轴比的测试	166
12.2.3 电压驻波比 (VSWR) 的测试	166
12.2.4 天线增益 G 的测试	167
12.3 高频头主要参数的测试	168
12.3.1 噪声温度的测试	168
12.3.2 幅频特性的测试	169
12.3.3 高频头总增益的测试	169
12.3.4 第一本振频率稳定度的测试	170
12.3.5 镜象干扰抑制比的测试	170
12.3.6 互调特性的测试	170
12.4 中频特性的测试	171
12.4.1 中频幅频特性的测试	171
12.4.2 静态门限值的测试	171
12.5 视频特性的测试	172
12.5.1 视频幅频特性的测试	172
12.5.2 视频输出电平的测试	173
12.5.3 输出阻抗的测试	173
12.5.4 反射损耗的测试	173
12.5.5 视频信噪比 (连续随机杂波信噪比) 的测试	174

13 维修后的调整

13.1 维修后的调整	175
13.2 调整后的一般检查	176

附录一 DSB-700S 卫星接收机维修资料	177
附录二 TSR-C2 卫星接收机维修资料	184
附录三 TSR-C3 卫星接收机维修资料	195
附录四 常用专业术语及广播、电视组织名称缩写	205
附录五 部分进口卫星接收机电原理图	
1. DSB-700S 接收机电原理图	
2. TSR-C2 卫星接收机电原理图	
3. TSR-C3 卫星接收机电原理图	

1 概 述

1.1 卫星电视广播发展综述

为了克服无线电广播覆盖率低的缺点,早在1945年英国人克拉克就提出了利用三颗位于赤道上空约36000km的静止卫星实现全球通信的设想,但由于受当时科学技术水平的限制,未能变成现实。

1957年10月苏联成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星,人类开始进入空间时代。此后,苏联、美国、法国、日本等国相继用人造地球卫星进行各种不同目的的科学试验,卫星通信与卫星广播是其中的重要部分。1958年美国发射了第一颗低轨道广播试验卫星,这颗卫星采用蓄电池供电,只工作了12天便由于电池耗尽停止工作。经过这次试验,使人们认识到太阳能电池的重要性。1964年8月,美国在发射“同步-I”号和“同步-II”号卫星失败后,成功地发射了“同步-III”号静止通信卫星。该星位于太平洋上空静止轨道上,成为世界上第一颗静止通信卫星,试验中利用这颗卫星成功地转发了东京奥林匹克运动会的电视实况,引起了人们极大的兴趣。

静止通信卫星试验成功后,卫星通信和卫星传送电视节目的实用性得到了公认。1964年8月20日成立了IS国际卫星通信组织,负责全球商业卫星通信系统空间部分的设计、研究、建造、维护和使用。1965年4月该组织发射了第一颗国际通信卫星“IS-I”号,开始了半实用的国际卫星通信业务。到80年代初期,国际通信卫星历经六代更新,得到迅速发展。

卫星电视广播包括电视卫星转播和卫星直播两个方面。前者用固定通信卫星转发电视信号,再经地球线路送往电视中心,最后向用户播发;后者用专门的大功率电视直播卫星直接向用户播发电视节目,用户可用个体接收机直接收看或经集体接收设备和分配网络接收。

由于卫星广播具有突出优点,各国都十分重视,纷纷制定了卫星广播计划。世界无线电管理委员会(WARC)于1977年对广播卫星分配了12GHz的下行频段和静止轨道位置,对广播卫星系统的发展起到了积极的推动作用。

1.1.1 各国广播卫星系统的现状和计划

(1)美国 1974年最先发射了能进行直播2.6GHz和860MHz的大型综合试验广播卫星“ATS-6”,1976年又发射了与加拿大共同研制的“CTS”试验广播卫星,卫星入轨后定点于西经114°的静止轨道上。这是世界上第一颗大功率试验广播卫星,星上装有200W和20W行波管转发器各一个和两个抛物面天线。“CTS”卫星的主要试验内容是直播卫星电视教育。在卫星电视直播中,除试验高性能地球接收技术外,还用小型简易接收设备实收了“CTS”卫星转发的电视节目。试验期间,适逢第21届奥林匹克运动会在加拿大蒙特利尔召开,用“CTS”卫星转发的奥运会实况,以其鲜明的图象,给各国人士留下了深刻印象,但后来没有太大进展,直到80年代才有了新的进步。

表1.1列出了美国直播卫星的现状与计划。

表 1.1 美国直播卫星计划

公司名称	卫星(颗)	发射时间(年)	电视信道输出(每路)	设计寿命(年)	在轨卫星重量(kg)	卫星制作公司
USSB	2	1988	6ch×2/230W	10	1 050	RCA
Dominion	2 (HS-394)	1987	6ch×2/230W	10	1 000	Hughes
DBSC	2	1987	6ch×2/200W 4ch×2/20W	10	1 350	Ford
Hughes	2 (HS-394)	1989	16ch×2/100W	10	1 000	Hughes
SSS	2		6ch×2/200W			
NCN	2		6ch×2/200W			
ACC	2		6ch×2/200W			
SDT	4		8ch×4/100W	10		
NEX	2 (备份1)		16ch×2/100W			

(2) 日本 1978年4月发射了第一颗试验用中型广播卫星 BS, 利用 BS 进行了长达三年的卫星广播试验。在此基础上, 制定了实用广播卫星 BS-2 的计划, 该计划以覆盖国内边远地区和开发广播卫星技术为目的。1984年1月, 发射了 BS-2a, 因开始广播前, 3个转发器中有2个发生故障, 临时将原订的广播计划改为一路直播电视试验。

在分析了 BS-2a 的故障原因后, 于1986年2月发射了 BS-2b。该卫星系统采用 12GHz 频段, 转发器的发射功率为 100W, EIRP 为 55dBW, 两路卫星电视进行 24h 广播。信号传输方式为数字副载波/NTSC, 视频用 FM/NTSC, 伴音用 QPSK。地球接收天线在中心区的口径为 0.75m, 其余地区为 1m。它是世界上最早使用 12GHz 的实用广播卫星系统。

最近, 日本又相继发射了 BS-3a 和 BS-3b, 并计划在 BS-3 上将广播频道由 2 路增加到 3 路, 除进行电视、多路 PCM 伴音及图文电视广播外, 还进行传真广播和静止图象广播。

日本还计划在 90 年代初广播高清晰度电视 (HDTV), 并努力增大转发器功率和采用技术先进的天线, 使全国能用口径不超过 0.5m 的小型天线收看电视。

表 1.2 列出了日本 BS 卫星的主要参数。

表 1.2 日本 BS 广播卫星的主要参数

参数	BS	BS-2	BS-3
在轨重量 (kg)	350	350	550
位置	110°E	110°E	110°E
轨道保持精度 (经、纬)	±0.1°	±0.1°	±0.1°
稳定方式	3 轴稳定	3 轴稳定	3 轴稳定
设计寿命 (年)	3	5	7
转发器数 (Ku)	2 (50%) 备份	2 (50%) 备份	3 (100%) 备份
发射功率 (W)	100	100	>120

(3) 原苏联 为了实现远东地区的电视覆盖, 1976 年发射了“屏幕”静止轨道卫星, 转发器频率为 714MHz。这是世界上最早实现的实用广播卫星。“屏幕”系统的特点是转发器输出功率为 200W, 因而大大简化了接收系统, 用普通螺旋天线和小型抛物面天线即可收视。

“屏幕”系统的覆盖区包括西北利亚、阿尔泰山脉、北极地区和远东地区的一部分，总面积约 $9.0 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，相当于原苏联国土的 40%。为了改进“屏幕”系统的性能，又继续研制了“屏幕-1”、“屏幕-10”等系统。

由于“屏幕”系统难以保证与欧洲地区的地球站系统兼容，还研制了下行频率为 4GHz 的“莫斯科”卫星广播系统，并于 1979 年投入了使用。

(4) 加拿大 1972 年发射了世界上第一颗国内商业静止通信卫星 Anik A1，接着相继发射了 A2、A3 卫星系统。利用 Anik A 系列卫星，采用 6/4GHz 频段向全国进行电视广播。1976 年 1 月加拿大与美国共同发射了世界上第一颗 Ku 波段的通信技术试验卫星“CTS”，其目的是采用 12GHz 频段与美国联合进行广播、通信试验。

利用“CTS”卫星的试验成果，1978 年 12 月发射了 Anik B，并以其中的 20W 转发器进行了继“CTS”之后的直播卫星电视个体接收和集体接收试验，以证明建立卫星电视系统是可行的。1979 年开始建立国内卫星电视直播业务。

1982、1983 和 1985 年加拿大又先后发射了 Anik C 系列卫星，并利用其中的 4 个波束开展以加拿大南部为中心的卫星广播业务。

(5) 欧洲 原西德与法国联合建立了称为 TV-SAT (原西德) / TDF-1 (法国) 的卫星电视广播系统。1988 年 10 月，法国的 TDF-1 广播卫星发射成功。

北欧五个国家 (冰岛、瑞典、丹麦、挪威和芬兰) 从 1975 年起研究建立 NORDSAT 卫星系统的可能性，并计划合作发射电视直播卫星，后因故一再推迟。因此，瑞典于 1980 年单独发射了通信广播卫星 Tele-X 系统。挪威和芬兰也参加了这项计划。此外，瑞典还研究了实用的“北欧电信卫星”(NOTELSAT)。

欧空局从 1979 年就开始研制“奥林匹斯”(Olympus) 卫星，为适应通信和广播的需求，计划将其发展为直播卫星和多用途卫星。

1.1.2 我国的卫星电视广播发展概况

我国从 60 年代末、70 年代初开始规划和研制卫星通信，迄今已成功地发射了五颗静止通信卫星，其中 1984 年 4 月 6 日发射的是试验卫星，其余均为实用通信卫星。

目前，我国的通信卫星主要用于传送电视节目和通信。1985 年国务院决定在相当一段时期内以 C 波段通信卫星传输电视节目，实现全国的卫星电视覆盖，并在 1985 年 9 月购买了国际通信卫星的两个转发器，用于传送中央电视台的第一套和第二套电视节目，租用了一个转发器传送电视教育节目。新疆电视台利用卫星转发器传送中央电视台第一套节目的空余时间广播新疆地区的电视节目，率先实现了新疆地区的电视覆盖，为其它地区提供了成功的经验。经过短短几年的努力，全国各地的卫星地球接收站数量迅速增加，极大地改善了我国电视覆盖率低的落后状况。

1988 年我国成功地发射了定点于东经 87.5° 的实用通信卫星。星上共有四个转发器，其中两个转发器用于传送中央电视台的第一套和第二套电视节目，一个转发器供云南、贵州、新疆电视台共同使用，从而在我国形成了国产卫星和国际通信卫星两大系统。由于我国实用通信卫星的 EIRP 较国际通信卫星大，使卫星传送的电视节目质量得到了改善。

为了增加可供利用的空间资源，我国还计划发射具有 24 个转发器的大型 C 波段实用通信卫星，届时不仅可适应越来越多的中央和各省、地区电视节目的传输要求，还可提供 10 000

条以上的通信线路，从而使我国在 90 年代初期摆脱对国际通信卫星的依赖，完全依靠自己的卫星来满足国内对空间资源的需求。

我国卫星电视技术虽然起步较晚，但经过最近十年的努力，取得了很大进展，但也必须看到，同国外先进技术相比，差距还很大，整体水平比较落后，为了尽快赶上国际先进水平，任务是十分艰巨的。

1.1.3 卫星广播展望

随着对卫星广播需求的增加，对小型、简单和廉价的接收设备，对提高广播卫星功能和可靠性的要求更加迫切。这就要求开发高性能卫星天线和大功率发射机以进一步降低卫星广播费用。

对正在研制的卫星来说，总的要求是：卫星要大、可靠性要高、卫星系统的总费用要低。

随着卫星数目的增多，可供利用的空间静止轨道和频率都会出现短缺。为了解决这一问题，现正由 CCIR 第四研究组（固定卫星业务），对影响静止轨道和频率有效利用的各种技术进行认真研究。

使用最新技术，如多波束天线、改进定位精度、使用“半带宽”传输、“极化隔离”、“交叉带”技术和用更高频率等，可望解决这个问题。

采用静止平台的广播卫星，是解决上述问题的又一途径。

静止平台卫星在低地球轨道进行组装，然后用轨道运输器（OTV）送到静止轨道。静止平台通信、广播卫星和空间站一起构成未来的空间基础结构。

静止平台卫星具有以下特点：

(1) 对卫星的大小与重量没有限制，可以实现复杂、大型的多波束天线；对转发器的功率没有限制，可开辟各种新业务广播。

(2) 可减少卫星数目，减轻遥测、跟踪和控制中心的负担，还可以通过修复设备和补充燃料延长卫星的使用寿命，从而降低费用。

(3) 卫星在投放到静止轨道之前，在低轨上进行了空间检验，可靠性大大提高。

建造静止平台，需要研制多波束卫星天线与大功率转发器，研究天线展开技术、低噪声接收机和相应的地球站技术，还必需研制输出功率大、效率高的电源和结构上易装、易连、易拆的模块，解决 OTV 的交会与停泊技术，外空建造工具的组装与硬件技术。这就需要大量经费和人材，要求从事静止平台研究的各国进行国际合作。一旦实现，将会为人类的通信和卫星广播事业带来新的变革。

1.2 卫星电视广播

1.2.1 卫星广播与地面广播的比较

1. 卫星广播解决了地面广播难于克服的覆盖问题，为建立灵活可靠的全覆盖广播电视网提供了投资少、见效快的理想手段。如图 1.1，一颗对地静止同步轨道卫星，采用辐射主瓣张角为 17.3° 的覆球天线，便可覆盖 $1/3$ 的地球表面。若利用成形波束，卫星天线的主瓣辐射区正好覆盖本国国土，就可以解决全覆盖问题。地面广播主要依靠增加电视发射台数目，增加发射和接收天线高度，并由大量造价昂贵、用微波或同轴电缆传输的中继系统把众多的发射台组成一个广播电视网。即使如此，对一个幅员广大、地形复杂的国家，要实现大面积覆盖，

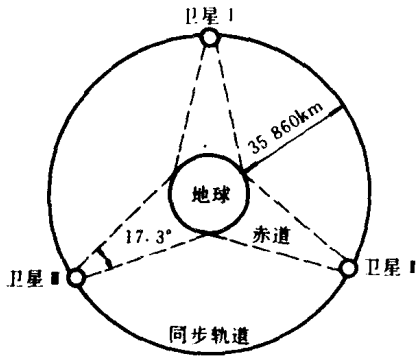


图 1.1 卫星广播示意图

其困难仍然是很大的。

2. 卫星电视广播的传输环节少,故障率较低;穿过大气层的电波入射角大,受山峰或建筑物的阻挡少,能减少阴影和多径反射的影响,图象质量较高。地面广播的传输环节多、故障率高;微波中继传输受地形、地物、气候等外界因素的影响大,累计噪声大,传输信号的质量较低。

3. 卫星电视广播的星载转发器离地球距离远,可用定向天线将电波聚成波束,使大部分能量以比较均匀的形式辐射到覆盖区(服务区中心与边缘的信号场强一般只相差 3~4dB),电波利用率高。地面

广播的场强分布极不均匀,靠近发射台的场强太高,电场能量浪费大,服务区外的场强迅速衰减,不能保证正常接收。此外,大量电波向不能利用的空中发射,也造成地面广播电波利用率低。

4. 卫星电视广播信道容量大,为今后高清晰度电视和开拓其它新业务提供了广阔的前景。

1.2.2 卫星广播的主要要求与基本规定

对卫星广播的主要要求是广播卫星应对地相对静止,以使用户能用简单的无需跟踪卫星的固定天线接收卫星电视广播。这就要求不仅要赤道同步卫星,还必须使卫星能在轨道上保持精确的位置和姿态。此外,广播卫星应有足够的有效辐射功率,以简化地面接收设备。广播卫星还必须有较长的使用寿命和高的可靠性,以降低停播率,避免经常换星带来的停播和浪费。

卫星电视广播的基本规定:

- (1) 基础规定:调制方式、极化方式等。
- (2) 计算系统功率所需参数:视频信噪比、载频信噪比、接收系统品质因素(G/T 值)、地面功率通量密度、传输损耗、星载转发器发射功率、上行线路信噪比等。
- (3) 规划卫星广播网的参数:频道规定(带宽、频道间隔、载频频率)、保护率和保护裕度、发射天线的波束宽度、接收天线等。
- (4) 卫星特性:轨道位置间隔、定点精度和星载发射天线的指向精度等。
- (5) 各种电信业务共用频段的规定:共同标准、能量扩散。

1.2.3 卫星电视广播

1.2.3.1 同步卫星和同步轨道

同步卫星和同步轨道分别是赤道同步卫星(或称对地静止卫星)和赤道同步轨道(或称对地静止轨道)的简称。根据计算,当卫星在高于地球表面 35 786km 与赤道平面相吻合的圆形轨道上运转时,卫星绕地球转一周的周期正好等于地球自转周期,卫星与地球同步运转,卫星相对于地球静止不动。

为了节省燃料,同步卫星不是在发射后立即进入同步轨道,而是先进入距地球 180~

250km 的低轨道,再转换成远地点为 35 786km 的椭圆形轨道,在调好卫星姿态后将轨道平面扭转一个角度。当卫星进入远地点时,点燃远地点发动机使卫星进入基本与赤道同一平面的初始同步轨道。然后进一步调整,使其准确达到同步速度,进入真正的同步轨道(图 1.2)。

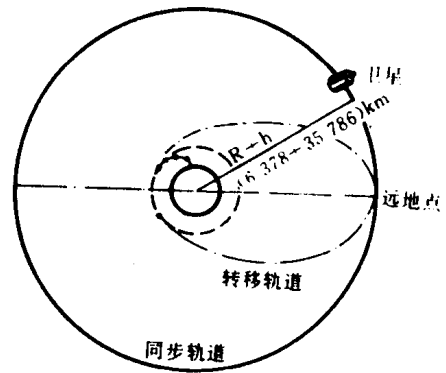


图 1.2 同步卫星轨道变换示意图

1.2.3.2 卫星的同步轨道位置和姿态保持

卫星的轨道位置保持指卫星位置的漂移保持在规定的容限以内;卫星姿态保持指卫星发射天线保持对服务区的指向误差在规定的容限以内,以保证服务区内的良好接收,避免对邻近地区或国家的干扰,使太阳能电池帆板对准太阳,提高电池效率。

同步卫星对地球不是绝对静止的,有很多因素使同步卫星发生相对于地球的运动,这种运动称为摄动。

卫星保持轨道精度的能力,用定点精度表示,定点精度的标准与所用频段有关。卫星广播的载频越低,接收天线方向图的主瓣越宽,对定点精度的要求越低。

卫星姿态(俯仰轴、滚动轴和偏航轴)用坐标系表示。由于重力场梯度、地磁场、星体内部的相对运动、太阳辐射压力等因素的影响,卫星姿态会发生变化。控制卫星姿态的技术比较复杂,目前大都采用三轴稳定法。

1.2.3.3 卫星电视广播的频段划分

卫星轨道和所用频率都是宝贵资源,对某个国家或地区,一般只有一个或几个最佳位置。如果不加管理,任意抢占,必然会引起相互干扰甚至国际纠纷。因此,相应的国际组织对可供各国利用的静止轨道卫星的位置作了规划,对卫星广播的专用频道作了规定。

1971 年国际无线电管理委员会为卫星广播分配了专用频段,1977 年又对频道和频段内的其它参数作了详细分配,从而使卫星广播得以有条不紊地进行。

国际电信联盟 (ITU) 从无线电频率使用角度出发,将全世界分为三个区域:欧洲、非洲、原苏联的亚洲部分、蒙古及伊朗西部以西的亚洲国家为第一区;南北美洲为第二区;亚洲的大部分国家和大洋洲为第三区。我国属于第三区。

1979 年国际无线电管理委员会为卫星广播分配了 6 个频段(表 1.3)。

表 1.3 卫星广播的频段分配

波段名称 (GHz)	频率范围 (GHz)	带 宽 (MHz)	使用范围
L (0.7)	0.62~0.79	170	与地面电视共用
S (2.5)	2.5~2.69	190	供集体接收
Ku (12)	11.7~12.75	1 050	电视优选
K (23)	22.5~23	500	电视优选
Q (42)	40.5~42.5	2 000	卫星广播专用
E (85)	84~86	2 000	卫星广播专用

从表 1.3 可见,除 Q 和 E 波段为卫星广播专用频段外,其余频段均和地面业务共用。例