

# 卫星电视接收机 原理与制作

● 范东平 杜之云 编著

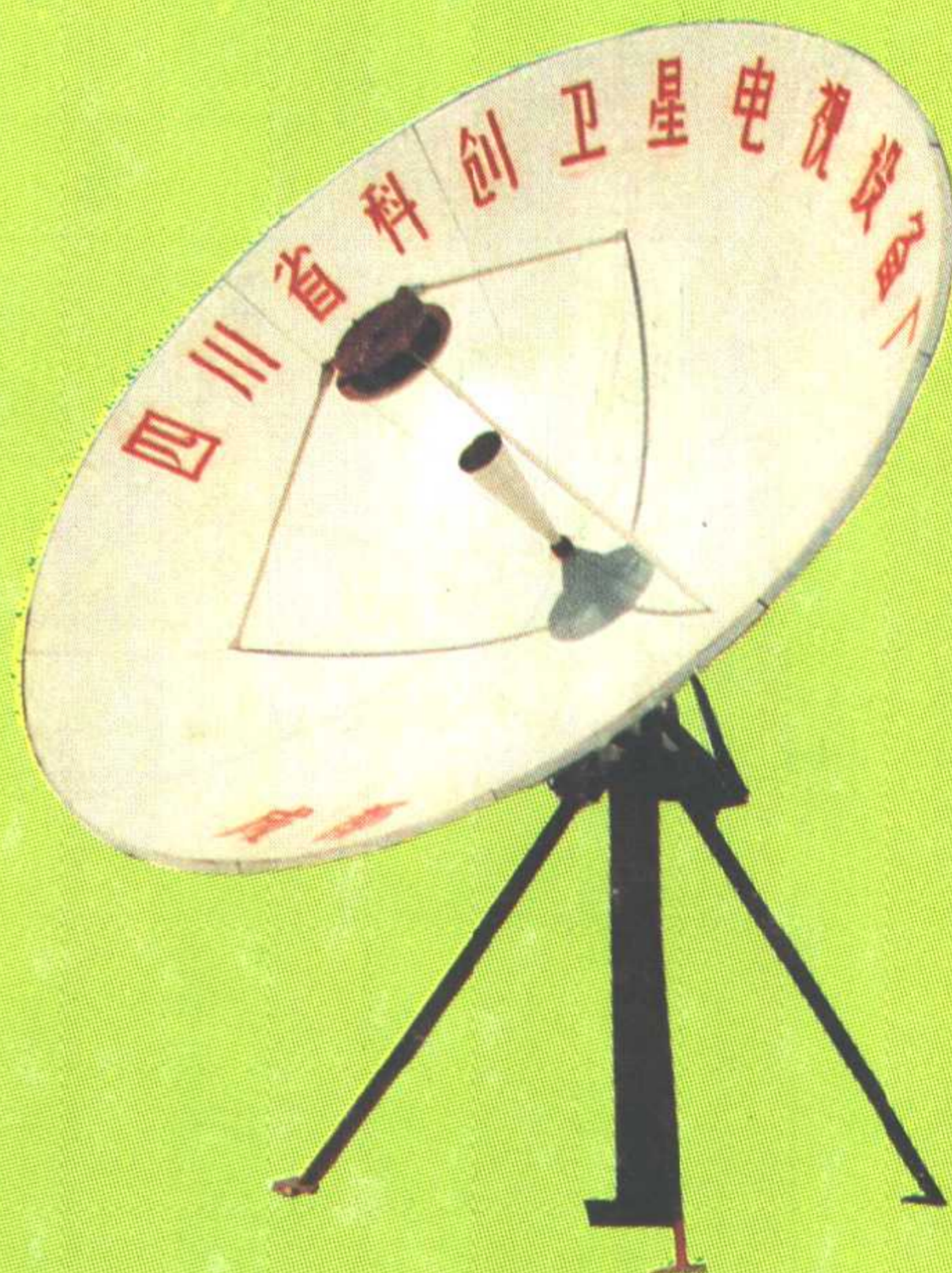
最新出版

欢迎选用“科创”小型普及性

卫星电视接收系统及相关设备

欢迎选用“科创”小型普及性

卫星电视接收系统及相关设备



- 品质——优良合格
- 价格——全国最低
- 服务——保修三年
- 销量——全国第一

四川省科创卫星电视设备厂

电子工业出版社

# 卫星电视接收机原理与制作

范东平 杜之云 编著

电子工业出版社

## 内 容 提 要

随着电视广播技术的发展和人民生活水平的提高,卫星电视接收机的应用日益增多,制作卫星电视接收机又是一项广大无线电爱好者喜爱的活动。

本书简明扼要地阐述了卫星电视接收机工作原理,系统地介绍了卫星电视接收机的制作方法,详尽给出了一些便于制作的实用电路及有关参考资料。可谓图文并茂、通俗实用。

本书适用于从事广播电视专业的工程技术人员、大中专学生及无线电爱好者阅读,可作为卫星电视站的使用手册、培训教材和教学参考书。

## 卫星电视接收机原理与制作

范东平 杜之云 编著

责任编辑:王德声 孙 萌

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

中国科学院印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25.625 插页: 9 字数: 700 千字

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数: 1—10100 册 定价: 9.80 元

ISBN7-5053-0628-6/TN234

# 前 言

随着卫星技术和电子技术的飞速发展，20世纪70年代出现了利用地球同步卫星来广播电视的新技术。卫星广播电视具有覆盖面积大，使用频率高，传输容量大，信号传送质量高等特点。它是未来数字电视（DTV）与高清晰度电视（HDTV）的重要传播手段和电视技术的主要发展方向。

我国的幅员辽阔，有960万平方公里的国土。微波传输的电视覆盖面只占全国面积的30%（人口覆盖的80%），许多远离城市的边远地区，电视收看质量很差。要扩大电视覆盖率和提高电视广播信号的传输质量，唯一的解决方法就是使用卫星广播电视。目前我国正在进行四化建设，实现四化的基础依赖于教育的普及和全国人民科学文化水平的提高。要普及教育和提高全民族的科学文化水平，广播电视教育是最有效的手段，其主要优点是教学水平高，经济收效快。利用卫星实现全国电视广播和电视教育的覆盖，必将给我国的社会、文化和经济带来不可估量的影响。

我国是一个发展中国家，卫星广播电视系统的合理起点应是一个以集体接收为主。即在人口稠密地区，把卫星接收到的信号经解调后由电视差转站或有线电视分配系统传输，以供家庭普通电视机接收，这种办法可以节省家庭购买卫星接收机的费用。全国不少单位已建立了卫星电视地面站，基本上覆盖了县一级广播台站，获得了巨大的社会效益和经济效益。目前发展的重点转向了3米左右口径的小型普及站，它使用的对象是电视大学、区乡一级的广播台站（不少农村集资办站）、工矿企业、部队，这类普及站的发展目前正方兴未艾。

自从国务院赠送给边远地区、少数民族地区、多山地区 and 老革命根据地的53座地面站全面开通以来，全国各地县区和大中企业以及大中专学校要求建站的呼声越来越高。据不完全统计，全国已有近万座地面接收站，预计今后十年内将建站五万多座。这是一个广阔的市场，除需大量的设备之外，还需要大量熟练的工程技术人员。本书的目的之一就是向地面站工作人员提供卫星电视接收技术系统的知识，为从事卫星电视接收技术人员提供参考资料。

随着卫星电视技术的普及，广大无线电爱好者已经开始步入卫星电视接收的时代，各种型式的L波段业余卫星电视接收机已经问世。不少爱好者已着手C波段Ku波段业余卫星电视接收机的制作。本书为这些爱好者提供了具体制作的指导。可以预计今后几年将会有成本低廉、性能优良、简单实用的卫星电视接收机从爱好者手中间世。

“电子报”在普及卫星电视接收技术起了很大的推动作用。“电子报”在1983年和1987年举办了两届“全国卫星电视简易接收技术交流会”。两次会议都受到了广大爱好者的关注，本书初稿就是在会议中产生的。“电子报”对本书的编写起了极大的作用。

本书第一篇系统介绍了卫星电视接收原理，第二篇详细介绍了卫星电视接收机的具体制作，附录给出了卫星电视接收技术所需的数据和图表等资料。

本书在编写的过程中得到空军电讯工程学院和四川广播电视科研所领导的支持。全书由空军电讯工程学院姚金满副教授审稿，书中插图由刘娜，于彩霞等绘制。在此表示感谢！

作者

1988年4日

# 卫星电视地面接收设备



## 一、卫星电视地面接收成套系统

系统配套	板状天线 (m)	高频馈源	接收机	高频头	电缆	参考价 (元)
STV-2100 (前馈)	2.1 1副	1(台)	WS-1000 1(台)	LNB-8000 美国高频头(1)	中频、视频 音频线各1	5950
STV-3200 (前馈)	3.2 1副	"	WS-1000 1(台)	"	"	8950
STV-4500 (前馈)	4.5 1副	"	TSR-C <sub>2</sub> 东芝 1(台)	LNB-C <sub>2</sub> 东芝高频头	"	24500
TSR-4500 (后馈)	4.5 1副	"	TSR-C <sub>2</sub> 东芝 1(台)	"	"	43000

## 二、高频头

型号	工作频率	输入电平	噪声温度	本振频率	本振稳定度	总增益	幅频响应	镜象抑制度	工作温度	价格 (元)	备注
LNB-C <sub>2</sub> 高频头	3.7-4.2 GHz	-97- 70dBm	55 K	5.515 GHz	±2 MHz	>60dB	±3dB	-50dB	-30- +50℃	1350	东芝
LNB0750 高频头	"	-90- 65dBm	25	"	±1.5 MHz	"	±2.5 dB	"	"	1580	美国

## 三、接收机

型号	工作频率	输入电平	噪声	中频频率	门限电平	带宽	幅频响应	总增益	伴音	价格 (元)	备注
TSR-C <sub>2</sub> /C <sub>3</sub> 接收机	950-1450 MHz	-60~ -30dBm	10 dB	70MHz (中频)	7dB	27 MHz	-1dB~ -2dB	30dB	5-8.5 MHz	3950	东芝
SV-2000 接收机	"	-50~ -25dBm	10 dB	70MHz (中频)	6.5 dB	24 MHz	+2dB~ 3dB	30dB	5-8.5 MHz	2200	美国

## 四、天线

型号	工作频率	焦比	波辨宽度	驻波比	效率	总增益	俯仰角	方位角	工作环境	参考价 (元)	备注
STG-2100 板状天线	3.7-4.2 GHz	0.4	2.4°	1.25	>70%	37.2dB	0-90°	±90°	抗风力 12级	3200	
STG-3200 板状天线	"	0.35	1.6°	≤1.25	>68%	40.6dB	0-90°	"	"	6250	
STG-4500 板状天线	"	0.3	1.2°	≤1.2	>65%	43.9dB	0-90°	"	"	19500	

四川省科创卫星电视设备厂经营部地址：成都市东城根南街21号 联系人：沈应祥

银行帐号：成都工行盐市口营业部 460038-52 电话：667323 电挂：4960

# 目 录

第一篇 卫星电视接收机原理 .....	1
第一章 国内外卫星电视广播发展概况 .....	3
第一节 卫星电视广播系统概述 .....	3
一、同步卫星	
二、卫星电视广播的优点	
第二节 通信卫星与广播卫星 .....	6
一、通信卫星	
二、广播卫星	
第三节 同步轨道卫星分布情况 .....	7
一、广播卫星的轨道位置要求	
二、同步轨道卫星分布情况	
第四节 卫星电视广播频段划分 .....	8
第五节 我国试验通信卫星及发展广播卫星的情况介绍 .....	11
一、我国试验通信卫星的情况介绍	
二、我国发展广播卫星的规划	
三、我国租用 C 波段通信卫星的情况介绍	
四、卫星广播的体制	
第六节 各国发展广播卫星的情况介绍 .....	14
一、世界各国发展卫星电视广播的概况	
二、当前国外卫星广播发展的一些特点与动向	
第二章 卫星电视接收系统性能分析 .....	21
第一节 电波的传输特性 .....	21
一、功率密度	
二、自由空间的电波损耗	
第二节 均匀平面波的极化 .....	22
第三节 接收机输入端的噪声功率 .....	23
一、噪声功率的表示法	
二、接收系统中噪声的种类和特性	
第四节 载噪比 $C/N$ .....	26
第五节 卫星电视地面站的品质因数 $G/T$ .....	27
第六节 图象评价信噪比 $S/N$ .....	28
一、视频信噪比和载噪比的关系	
二、视频预加重、去加重对 $S/N$ 的改善度	
三、视觉特性对 $S/N$ 的改善度	

四、图象评价信噪比	
第七节 图象质量主观评价方法 .....	33
一、测试图片	
二、观看条件	
三、观看员	
四、评分方法	
<b>第三章 天线系统 .....</b>	<b>37</b>
第一节 天线的基本概念 .....	37
一、天线的作用与分类	
二、天线的主要特性参量	
第二节 天线系统的种类及其组成 .....	40
一、抛物面天线原理	
二、修正型卡塞格伦天线(卡氏系统)原理	
三、多焦距抛物面反射体平面天线	
第三节 馈线 .....	44
一、矩形波导的特性与场结构	
二、圆形波导的特性与场结构	
三、矩圆过渡波导	
四、同轴线特性与场结构	
五、同轴线的结构与接插件	
六、同轴线-波导转换器	
第四节 馈源 .....	51
一、波导口馈源	
二、波纹喇叭馈源	
三、方角锥喇叭馈源	
第五节 有关圆极化的基本概念及实现方法 .....	53
一、圆极化的基本概念	
二、实现圆极化的基本方法	
三、天线极化的调整	
第六节 天线结构 .....	58
一、天线结构选择的准则	
二、天线的结构概况	
三、座架结构	
四、天线的安装和维护	
第七节 天线控制器 .....	62
一、为什么需要加装天线控制装置	
二、地面站天线控制器框图及原理	
第八节 同步卫星接收天线的单轴(极轴)跟踪 .....	64
一、同步卫星分布轨道及轨道模拟理论	
二、卫星天线单轴跟踪原理	
三、修正角 $\delta$ 值的理论计算	
四、单轴跟踪理论的误差分析	



五、单轴天线的校准	
第九节 天线的选择 .....	68
<b>第四章 卫星电视接收机 .....</b>	<b>73</b>
第一节 卫星电视接收机概述 .....	73
一、卫星电视接收机系统配置	
二、卫星电视接收机部分主要技术指标	
三、室外单元 (高频头)	
四、卫星接收机 (室内单元)	
第二节 高频头 (LNB) .....	75
一、地面站接收设备的噪声来源	
二、高频头的组成	
三、下变频器	
第三节 功率分配器 .....	88
一、两路功率分配器	
二、有源功率分配器	
第四节 中频放大器 .....	91
一、中频放大器的作用及组成	
二、中频滤波器	
三、电子调谐器	
四、中频放大器	
五、限幅器	
六、AGC 电路	
第五节 信号处理电路 .....	99
一、信号处理电路原理	
二、中频鉴频器	
三、门限扩展	
四、基带去加重	
五、去扩散电路	
六、伴音副载频调谐电路	
第六节 卫星电视接收机电源 .....	111
一、对电源的要求	
二、卫星电视接收机的电源供给	
三、集成三端稳压电源	
第七节 接收系统方案的讨论 .....	112
一、各种规格的地面站和各个卫星的传输质量	
二、小天线单收站 (TVRO) 的可能性	
三、高频头的主要技术关键	
四、接收机方案的几个问题	
五、C 频段与 Ku 频段接收机的兼容问题	
<b>第五章 建站指导 .....</b>	<b>118</b>
第一节 有关参数的计算及站址的选择 .....	118
一、有关参数的计算	

051005

二、站址的选择	
第二节 卫星地面站的供电和防雷 .....	127
一、电源供给	
一、避雷与接地	
第三节 天线风压负荷的计算 .....	130
第四节 接收和转播卫星电视信号的电视演播系统 .....	132
一、差转/调制式发射机	
二、演播中心	
三、信号传输	
四、节目的监视和监测	
五、各种不同规模的卫星转播自办节目的电视系统	
<b>第六章 卫星电视接收机的测试及其标准 .....</b>	<b>139</b>
第一节 卫星电视地面接收机图象通道的测试 .....	139
一、全场测试	
二、选行测试	
第二节 C波段卫星接收站主要技术标准介绍 .....	151
附件一、相关的上行参数	
附件二、电视预加重特性	
附件三、伴音预加重特性 (CCITTJ17)	
附件四、WARC-BS77关于第一、三区接收天线的同极化分量和交叉极化分量的基准辐射方向图	
附件五、具有带宽为20MHz的中频滤波器特性 (仅供参考)	
附件六、用于测量随机噪声的D、K、L制式加权网络	
附件七、用于测量随机噪声的统一加权网络	
附件八、用于测量随机噪声的低通滤波器	
附件九、用于测量随机噪声的高低通滤波器 ( $f=10\text{kHz}$ )	
附件十、用于测量音频噪声的新加权网络 (CCIR468-3)	
第三节 Ku广播卫星的信号传送方式和接收机的规格、性能介绍 .....	162
一、卫星广播的信号传送方式	
二、卫星广播接收机的规格和性能	
<b>第二篇 卫星电视接收机的制作 .....</b>	<b>168</b>
<b>第七章 天线制作 .....</b>	<b>170</b>
第一节 微机设计天线简介 .....	170
一、系统分析和功能设计	
二、程序设计原理和方法	
第二节 接收天线的业余制作 .....	174
一、单螺旋天线 (L波段使用)	
二、抛物面天线	
第三节 不饱和聚酯抛物面天线 .....	181
一、水泥模具的制作	
二、玻璃钢抛物面制作工艺	

三、成本	
第四节 木架结构天线 .....	183
一、工作原理	
二、设计方法	
三、天线反射面的制作	
四、馈源的制作	
第五节 L 波段偏馈天线 .....	185
<b>第八章 高频部件</b> .....	187
第一节 L 波段高放电路 .....	187
一、分立元件高放的制作	
二、调谐式高放的制作	
三、集成电路及混合式高放的制作	
第二节 调谐器 .....	192
一、电视机 U 头作 L 波段调谐器	
二、C 波段中频调谐器的制作	
第三节 C 波段高频头的制作 .....	197
一、低噪声放大器	
二、介质振荡器	
三、双平衡混频器	
<b>第九章 中频与视频部件</b> .....	201
第一节 频率解调器 .....	201
一、用分立元件制作的频率解调器	
二、用 D7611 集成电路制作的中频解调器	
三、用 NE561 集成电路制作的中频解调器	
第二节 视放与去扩散电路 .....	205
<b>第十章 调制器</b> .....	207
第一节 用分立元件制作的调制器 .....	207
一、简易 VHF 调制器	
二、双频道 VHF 晶体振荡调制器	
三、VHF 调制器	
第二节 用集成电路制作的调制器 .....	213
一、 $\mu$ PC1507 集成电路调制器	
二、MC1373 集成电路调制器	
三、MC13074 集成电路调制器	
第三节 UHF 调制器的制作 .....	216
一、简易 UHF 调制器	
二、晶体倍频式 UHF 调制器	
三、使用微带电路的 UHF 调制器	
四、变频式 UHF 调制器	
<b>第十一章 卫星电视接收机整机电路制作</b> .....	221
第一节 L 波段分立元件接收机 .....	221

一、宽带高放接收机	
二、调谐高放接收机	
第二节 L 波段集成电路接收机 .....	235
一、集成化接收机	
二、混合式接收机	
三、使用四块集成电路的接收机	
四、使用五块集成电路的接收机	
五、装在电视机内的接收机	
第三节 C 波段卫星电视接收机的制作 .....	242
一、70MHz 中频一次变频的接收机	
二、第一中频为 460~960MHz 的接收机	
三、集成化 4GHz 接收机	
第四节 调频 / 调幅直接变换式接收机 .....	251
<b>第十二章 彩色解码器</b> .....	<b>255</b>
第一节 PAL 制彩电加装 SECAM 解码器 .....	255
一、松下彩电加装 SECAM 解码器	
二、东芝彩电加装 SECAM 解码器	
第二节 PAL 制式彩电改为 PAL、NTSC 两制式彩电 .....	259
一、北京 839 型彩电的改制	
二、东芝彩电的改制	
第三节 采用 TDA3562A 的 NTSC、PAL 两制式解码器 .....	261
第四节 采用 TDA4550 的四制式解码器 .....	266
<b>第十三章 彩色电视制式转换器</b> .....	<b>270</b>
第一节 SECAM / PAL 制式转换器工作原理 .....	270
第二节 SECAM / PAL 制式转换器电路 .....	271
一、基色型转换器实例	
二、色差型转换器实例	
三、SECAM / PAL 制式转换电路的简化	
第三节 其它制式的相互转换 .....	280
一、NTSC / PAL 制式的转换	
二、多制式的自动转换	
<b>第十四章 卫星电视接收机的调试</b> .....	<b>281</b>
第一节 业余条件下卫星电视接收机的调试 .....	281
一、高放级	
二、本振级	
三、混频级和预中放级	
四、室外单元的试收调试	
五、室内单元的调试	
六、VHF 调制器的调整	
七、整机统调	
八、整机细调	

第二节 简易卫星电视接收机的一般测试 .....	284
一、高频放大器增益带宽的测试	
二、高频放大器噪声系数 $N_F$ 的测试	
三、视频输出电平和伴音输出电平的测试	
四、系统鉴频非线性失真的测试	
五、输出视频信噪比 (S/N) 的测试	
六、载噪比 (C/N) 的测试	
七、本振频率及其稳定度	
八、中频频率	
九、邻近频道选择性(Q)	
十、镜象抗拒比	
十一、中频抗拒比	
<b>第十五章 进口卫星电视接收机的改制与检修 .....</b>	<b>288</b>
第一节 国产与进口卫星电视接收机的对比 .....	288
一、性能指标 (国产机以熊猫机为例)	
二、高频头的配用	
第二节 进口卫星电视接收机的改制 (以 DSB-600A 为例) .....	290
一、电源变压器的改绕	
二、视频频带的展宽	
三、增加音频、视频输出端	
四、RF 调制器伴音改频	
第三节 卫星电视接收机的检修 .....	293
一、SR-4900 卫星电视接收机的检修	
二、DSB-600A 卫星电视接收机的检修	
三、卫星电视接收机常见故障的速检法	
<b>参考文献 .....</b>	<b>300</b>
<b>附录 .....</b>	<b>301</b>
附录 1. 卫星电视接收机常用晶体管 .....	301
附录 2. 卫星电视接收机常用集成电路 .....	305
附录 3. 常用射频连接器 .....	331
附录 4. 常用射频电缆 .....	343
附录 5. 国产矩形扁矩形波导管数据表 .....	352
附录 6. 微带线的特性阻抗和有效介电常数 .....	353
附录 7. 固定衰减器参数 .....	359
附录 8. 国际电视制式和制式转换器 .....	360
附录 9. 噪声系数与噪声温度对照表 .....	362
附录 10. 分贝与分贝微伏对照表 .....	365
附录 11. 世界各国各地区电视频道划分和接收机中频表 .....	367
附录 12. MAC 制主要参数表 .....	372
附录 13. 卫星接收天线安装位置计算程序 .....	374
附录 14. 卫星电视接收技术英语名词注解 .....	381
附录 15. 卫星场强图 .....	389
附录 16. 卫星电视接收机整机电路图 .....	398

- 附图 16-1 东芝公司 TSR-C<sub>2</sub> 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-2 DX 公司 DSB-600A 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-3 熊猫 WG3-85 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-4 伯乐 WD-5 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-5 GCI-8300 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-6 微型卫星、电视、监视三用接收机电路图  
附图 16-7 GMI-4507 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-8 GRC-020 型卫星电视接收机电原理图  
附图 16-9 东芝公司 TSR-C<sub>3</sub> 型卫星电视接收机电原理图

# 第一篇

## 卫星电视接收机原理





# 第一章 国内外卫星电视广播发展概况

## 第一节 卫星电视广播系统概述

早在 1945 年人造卫星还没有上天，英国小说家克拉克就在其著作中指出，利用人造卫星可以轻而易举地实现人们梦寐以求的全球通信。

克拉克幻想以三个间隔为  $120^\circ$  的人造卫星，等距离地放在赤道上空大约 3600 公里的轨道上，即可实现全球通信。从地球表面来观看这些卫星时，它们就象永远静止在太空中的物体，而且当地球自旋时，这些卫星也同样地绕地球转，可以分秒不差地与地球同步，如图 1-1 示。

这是划时代的构想，一个通信卫星被置于如此高度，就犹如树立起一个 3600 公里的高大天线，居高临下，几乎覆盖地球表面的 40%，虽然电波微弱，但天涯海角无所不及。

直到 1957 年 10 月，苏联成功地发射了第一颗人造卫星，克拉克的幻想才开始变为现实。

### 一、同步卫星

图 1-1 是同步卫星示意图。卫星公转与地球自转同步，在地面接收点只要把接收天线对准卫星，就可以收到卫星信号（电讯或电视信号）。由于各国都在不断地发射同步卫星，而同步卫星只可能在地球赤道平面上天空距赤道 35786 公里（即 35800 公里）这条唯一的同步轨道上运行，故每颗卫星不能靠得很近，彼此之间须保持一定距离。为此，国际电联（WARC）规定了这个距离为  $3^\circ$ 。因此，卫星轨道上的容限为 120 个同步卫星（国际电联还规定 12 千兆频段广播卫星的轨道间隔是  $6^\circ$ ）。另外，各国都想把卫星发射到与本国有利位置。除太平洋上空外，卫星轨道位置常常相互冲突，或靠得很近。在东半球轨道上最拥挤的弧段为  $70^\circ \sim 120^\circ \text{E}$ 。各国的同步轨道位置和使用频段分配都由国际电联卫星组织决定和批准。

卫星电视广播系统由上行发射站，星体，接收网三大部分组成，如图 1-2 所示。

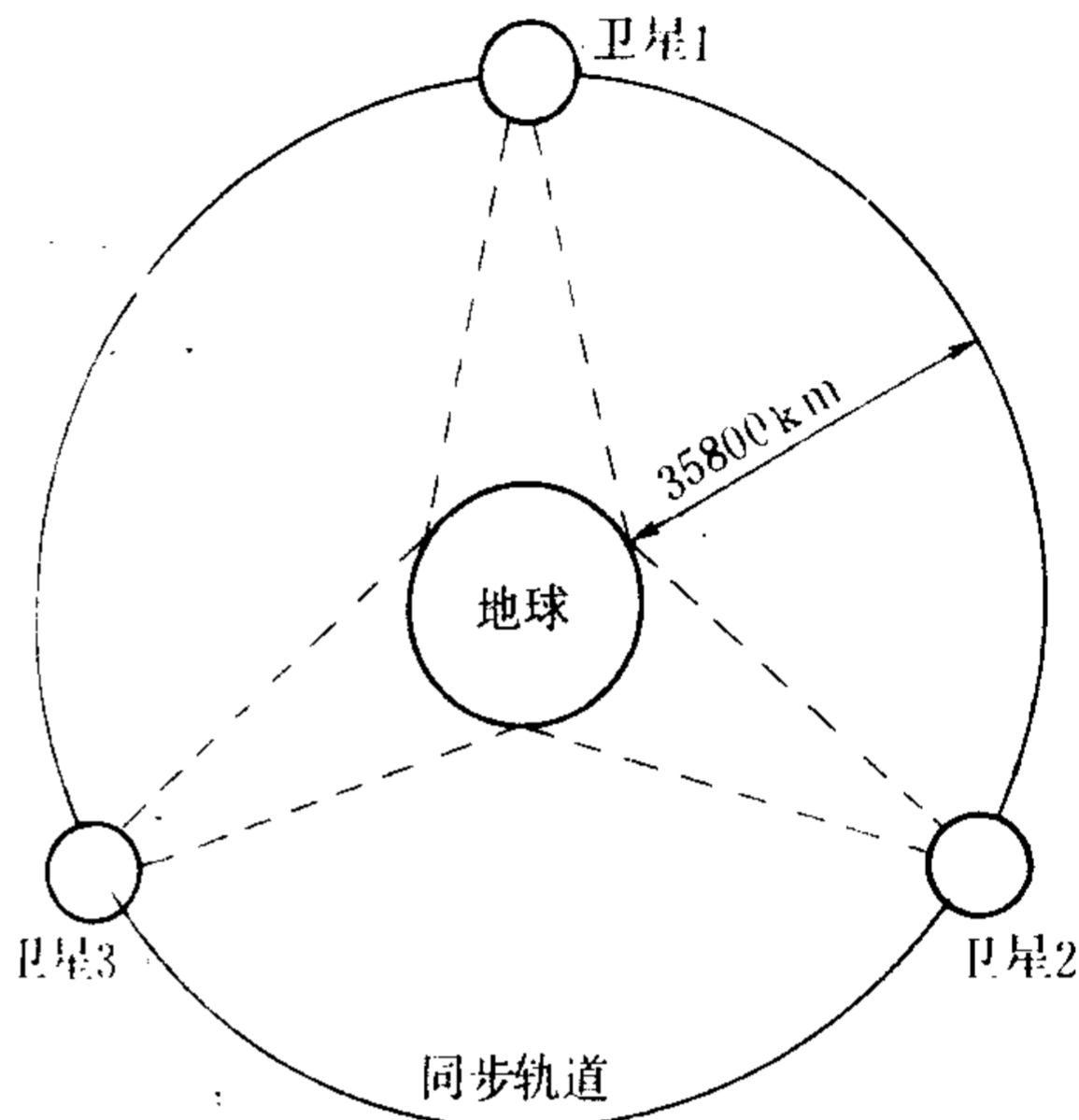


图 1-1 同步卫星示意图