

73.4555
C51

73.455
5-C51

卫星广播技术

龚汉民 闵士权 编著

北京广播学院出版社

卫 星 广 播 技 术

龚汉民 闵士权 编著

北京广播学院出版社

内 容 简 介

本书全面、系统地论述了卫星广播发展概况、基本理论、新的技术、设备原理和工程维护知识。全书共分十一章：卫星广播概论，人造卫星轨道，电波与噪声，天线与馈源，卫星广播技术参数和标准，卫星广播链路，广播卫星，上行地球站，卫星电视接收站，建站、测试与维护，复用模拟分量(MAC)制式。

本书深入浅出，理论联系实际，着重于C波段卫星电视的接收技术，并兼顾卫星广播与通信的一般原理。可作大专院校卫星广播与通信专业方面学生的教材或参考书，也可供从事这方面工作的工程技术人员或广大广播电视工作者阅读参考。

卫星广播技术

龚汉民 闵士权

北京广播学院出版社出版

(北京市朝阳区定福庄东街1号)

北京广播学院印刷厂印刷

ISBN 7-81004-140-1/TN₁

787×1092毫米 1/16 26.8印张 680千字

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

印数2,200册 定价7.00元

前 言

自从1965年4月第一颗实用的国际通信卫星-1(IS-1)投入使用以来,不仅卫星通信已遍及全球,而且在它基础上诞生的卫星广播也得到了迅速的发展,并已从试验阶段进入实用阶段。

卫星广播是以一般公众直接接收为目标,由卫星发射或转播广播电视信号的无线电通信业务。它的特点是覆盖面积大,传输距离远,传送质量高,投资省、见效快和维护方便等。这对幅员辽阔,地形复杂的发展中国家来说,它的优点尤为突出。

目前世界上虽然能够研制和发射广播卫星的国家不多,但利用通信卫星传输广播电视节目或通过广播卫星直播电视信号的国家却已越来越多。例如:美国、加拿大、西德、法国、苏联、日本、印度、墨西哥等等国家。

我国于1984年4月8日成功地发射了试验通信卫星(STW-1),定点于 125°E 静止轨道上,投入正常的运行。标志着我国的航天事业和卫星通信技术进入了世界先进行列。并于1986年2月1日,再次发射实用通信广播卫星(STW-2)成功地定点在 103°E 位置。而后,到1988年底止,我国又发射了两颗实用通信卫星(CHINASAT-1和CHINASAT-2)分别定点于 87.5°E 和 110.5°E 位置,此两星比前两星容量和寿命都有显著提高,这些卫星投入使用为我国卫星通信广播事业发展正在起愈来愈重要的作用。

根据发展规划,在90年代初,我国将发射大型综合通信卫星,容量、功率和寿命将进一步增加;以后还将计划和发展Ku频段的卫星广播系统。

据不完全统计,到1988年6月底为止,已建卫星电视接收站约5100多个。展望今后,还将有更大,更快的发展。

我国是一个幅员辽阔,地形复杂,人口众多的发展中国家。发展卫星电视广播,必然将是提高全民族科学文化素质,促进国家经济建设,加快广播电视事业发展的最有效和先进的手段。

面对卫星电视广播事业这种蓬勃发展的局面,我们从教学科研和工程技术工作中深感编写这方面书籍和培养这方面人才的重要性。因而,促使我们来从事本书的编写。

全书共分十一章。由龚汉民同志主编。其中第一、四、五、七、八、九、十、十一章由龚汉民同志编写;第二、三、六章选自闵士权同志在《卫星广播系统》一书中编写的部分内容。

本书在编写、出版过程中,得到广播电影电视部教育处,北京广播学院教务处、出版社、印刷厂和微波工程系等单位的大力支持以及有关兄弟院校,科研、事业单位,生产厂家提供宝贵资料在此一并表示感谢

由于我们水平有限,加之时间仓促,缺点和错误之处在所难免,敬希读者批评指正。谢谢。

编 著 者

1989年3月于北京

目 录

前 言

第一章 卫星广播概论

1.1 卫星广播发展概况	(1)
1.1.1 何谓卫星广播	(1)
1.1.2 卫星通信的发展	(2)
1.1.3 卫星广播的发展与现状	(3)
1.1.4 卫星广播的前景	(9)
1.1.5 我国卫星广播的发展概况	(13)
1.2 卫星广播的特点	(14)
1.2.1 卫星广播与卫星通信的比较	(14)
1.2.2 卫星广播与地面广播的比较	(15)
1.3 卫星广播系统的组成	(17)
1.3.1 卫星广播系统的组成	(17)
1.3.2 日本BSE卫星广播系统	(19)
1.3.3 我国卫星广播系统	(19)
1.4 卫星广播的频段与频道	(22)
1.4.1 频段的划分	(22)
1.4.2 频道的划分	(24)

第二章 人造卫星轨道

2.1 人造卫星运动方程	(27)
2.1.1 万有引力定律和开普勒(Kepler)定律	(27)
2.1.2 卫星轨道平面方位求解	(28)
2.1.3 卫星在轨道面内运动求解	(30)
2.2 由轨道根数求算星下点轨迹	(38)
2.3 静止卫星发射轨道	(48)
2.3.1 发射程序	(48)
2.3.2 发射程序定性分析	(49)
2.3.3 静止卫星的发射实例	(50)
2.4 运载工具	(51)
2.4.1 运载火箭	(51)
2.4.2 航天飞机	(53)

第三章 电波与噪声

3.1 电波在电离层中的传播	(55)
3.1.1 电离层的结构	(55)
3.1.2 临界频率和最大反射频率	(56)
3.1.3 路径弯曲对通信区域的影响	(59)
3.1.4 法拉第旋转效应	(66)
3.1.5 电离层闪烁	(69)
3.2 电波在大气层中的传播	(70)
3.2.1 大气引起的吸收衰减	(70)
3.2.2 雨致衰减	(72)
3.2.3 其他水汽凝结物的影响	(74)
3.3 无线电波传播的路径	(74)
3.4 无线电噪声	(77)
3.4.1 噪声功率和噪声温度	(77)
3.4.2 等效噪声温度和噪声系数	(78)
3.4.3 等效输入噪声温度	(80)
3.4.4 多级网络的噪声系数	(81)
3.4.5 损耗网络的 F_n 与 T_e	(83)
3.4.6 外部噪声	(83)
3.4.7 接收系统噪声温度的分析方法	(85)

第四章 天线与馈源

4.1 概述	(88)
4.1.1 微波天线的类型	(88)
4.1.2 主要性能要求	(89)
4.2 抛物面天线的基本原理	(91)
4.2.1 惠更斯-夫累涅尔(Huygens—Fresnel)原理	(91)
4.2.2 面元的辐射特性	(92)
4.2.3 两种典型口面的辐射场	(96)
4.2.4 面天线辐射的基本规律	(99)
4.2.5 基本参数	(100)
4.3 喇叭天线	(102)
4.3.1 喇叭天线的形式	(102)
4.3.2 喇叭天线的场结构	(103)
4.4 抛物面天线	(107)
4.4.1 概述	(107)
4.4.2 抛物面的几何光学原理	(108)
4.4.3 抛物面天线的辐射特性	(110)

4.5	卡塞格伦天线	(114)
4.5.1	概述	(114)
4.5.2	基本原理	(114)
4.5.3	卡塞格伦天线的分析方法	(115)
4.5.4	卡塞格伦天线的几何参数及设计考虑	(116)
4.5.5	卡塞格伦天线总效率	(117)
4.6	修正型卡塞格伦天线	(118)
4.6.1	主副反射面的修正	(118)
4.6.2	高效率馈源喇叭	(120)
4.7	极化选择与调整	(123)
4.7.1	圆极化波的接收	(123)
4.7.2	线极化波的接收	(124)
4.7.3	极化旋向的变化	(125)
4.7.4	圆矩波导变换器	(125)
4.8	抛物面反射器的材料与结构	(126)

第五章 卫星广播的技术参数和标准

5.1	概述	(127)
5.2	调频波的基本特性	(127)
5.2.1	调频波的特性和带宽	(127)
5.2.2	调频解调器的调制增益	(130)
5.2.3	调频波的门限效应	(131)
5.3	预加重和去加重	(132)
5.3.1	视频信号的预加重和去加重	(132)
5.3.2	伴音预加重和去加重网络	(136)
5.4	杂波加权网络	(137)
5.4.1	加权网络及特性	(137)
5.4.2	加权系数 F_w	(138)
5.5	信杂比与图象质量	(140)
5.5.1	视频信杂比与图象质量	(140)
5.5.2	评定图象质量的条件	(141)
5.5.3	声音信号的信噪比	(142)
5.6	射频带宽	(142)
5.6.1	调制增益与射频带宽	(142)
5.6.2	射频带宽的确定	(142)
5.7	载波信噪比	(144)
5.7.1	载噪比的确定	(144)
5.7.2	动态门限电平JND	(145)
5.8	极化与极化损耗	(146)

5.8.1	极化的定义	(146)
5.8.2	极化波的合成	(146)
5.8.3	极化损耗	(147)
5.8.4	圆极化的选定	(147)
5.9	发射天线特性	(148)
5.9.1	发射天线轴向最大增益	(148)
5.9.2	同极化和交叉极化相对增益	(148)
5.9.3	天线指向误差	(149)
5.9.4	最小波束宽度	(150)
5.10	接收天线特性	(151)
5.10.1	接收天线的最小直径	(151)
5.10.2	同极化和交叉极化相对增益	(151)
5.10.3	天线仰角	(153)
5.11	接收系统优值	(153)
5.12	能量扩散	(154)
5.12.1	能量扩散的作用	(154)
5.12.2	能量扩散的方法	(154)
5.12.3	能量扩散的计算	(155)
5.13	保护率	(156)
5.13.1	保护率的定义	(156)
5.13.2	保护率的计算	(156)
5.14	保护裕度	(158)
5.15	服务区、覆盖区和波束区	(159)
5.15.1	服务区	(159)
5.15.2	覆盖区	(159)
5.15.3	波束区	(159)

第六章 卫星广播链路

6.1	轨道位置选择	(160)
6.1.1	电波传播与噪声	(160)
6.1.2	卫星天线波束宽度	(160)
6.1.3	卫星进入地阴区时刻	(160)
6.1.4	卫星东西向轨道位置的保持	(162)
6.1.5	自用卫星与他用卫星广播系统干扰	(163)
6.2	频段选择	(164)
6.2.1	应用条件	(164)
6.2.2	传播和噪声	(166)
6.2.3	星体及星内设备	(166)
6.2.4	地面接收设备	(168)

6.2.5	系统费用	(168)
6.2.6	三种频段优劣性比较	(170)
6.3	调制体制选择	(170)
6.3.1	电视图象信号	(170)
6.3.2	电视伴音信号	(171)
6.4	静止卫星覆盖几何	(171)
6.4.1	观察点与静止卫星几何关系	(171)
6.4.2	天线波束覆盖几何	(177)
6.5	卫星广播链路方程	(189)
6.5.1	无线电广播链路方程	(189)
6.5.2	卫星广播上下行链路方程	(190)
6.5.3	卫星广播总线路方程	(191)
6.6	链路信号电平计算	(193)
6.6.1	下行链路信号电平	(193)
6.6.2	上行链路信号电平	(196)

第七章 广播卫星

7.1	概述	(198)
7.1.1	广播卫星的功能和组成	(198)
7.1.2	广播卫星的主要特点	(199)
7.2	广播分系统	(199)
7.2.1	广播天线	(199)
7.2.2	广播转发器	(203)
7.2.3	广播卫星转发器实例	(207)
7.3	遥测遥控跟踪分系统	(208)
7.3.1	遥测遥控跟踪分系统的功能	(208)
7.3.2	跟踪分系统	(209)
7.3.3	遥测分系统	(209)
7.3.4	遥控分系统	(210)
7.4	控制分系统	(211)
7.4.1	概述	(211)
7.4.2	姿态控制的类型	(211)
7.4.3	卫星姿态传感器	(212)
7.4.4	姿态控制	(213)
7.4.5	轨道控制	(214)
7.5	能源分系统	(215)
7.5.1	概述	(215)
7.5.2	太阳能电池	(215)
7.5.3	蓄电池	(215)

7.6 温控分系统	(216)
7.6.1 温控的方式	(216)
7.6.2 有源温度控制	(216)
7.6.3 无源温度控制	(216)
7.7 结构分系统	(217)
7.7.1 结构的功能	(217)
7.7.2 自旋稳定的结构形式	(217)
7.7.3 三轴稳定的结构形式	(217)
7.8 远地点发动机分系统	(218)

第八章 上行地球站

8.1 上行地球站的组成及其功能	(219)
8.1.1 概述	(219)
8.1.2 上行站的组成及功能	(219)
8.2 天馈线系统	(220)
8.2.1 天馈线系统的功能与组成	(220)
8.2.2 跟踪系统	(224)
8.3 发送系统	(231)
8.3.1 发送系统的功能与组成	(231)
8.3.2 主要技术要求	(232)
8.3.3 大功率放大设备	(233)
8.3.4 上变频器	(236)
8.3.5 微波频率源	(238)
8.4 接收系统	(240)
8.4.1 接收系统的组成	(240)
8.4.2 主要技术要求	(241)
8.4.3 地面站低噪声参量放大器	(242)
8.5 终端设备和监控系统	(243)
8.5.1 组成及功能	(243)
8.5.2 电视终端设备	(244)
8.5.3 监控系统	(245)
8.6 电源系统	(245)
8.6.1 电源的种类和要求	(245)
8.6.2 应急电源	(246)
8.6.3 交流不断电电源	(246)
8.7 发端电视基带处理单元	(247)
8.7.1 概述	(247)
8.7.2 电视基带处理单元	(247)
8.8 宽频带频率调制器	(252)

8.8.1 组成与功能	(252)
8.8.2 频率调制器	(253)
8.9 中频滤波器和均衡器	(259)
8.9.1 上行系统的中频滤波器和均衡器	(259)
8.9.2 下行系统的中频滤波器和均衡器	(262)
8.10 电视解调系统	(263)
8.10.1 概述	(263)
8.10.2 限幅鉴频器	(264)
8.10.3 门限扩展解调器	(266)
8.10.4 去扩散电路	(270)

第九章 卫星电视接收站

9.1 接收站的组成及主要技术要求	(272)
9.1.1 概述	(272)
9.1.2 接收站的组成	(272)
9.1.3 亚洲地区的一些静止卫星	(276)
9.1.4 IS-V星的主要性能参数	(276)
9.1.5 主要技术要求	(278)
9.2 卫星电视接收链路的分析与计算	(280)
9.2.1 主要参数及计算公式	(280)
9.2.2 计算步骤	(284)
9.2.3 计算举例	(285)
9.3 室外单元	(288)
9.3.1 室外单元的组成与功能	(288)
9.3.2 对室外单元的主要技术要求	(289)
9.3.3 国内外某些C波段室外单元技术条件	(292)
9.4 低噪声放大器	(292)
9.4.1 微波场效应晶体管	(292)
9.4.2 微波场效应管的网络特性和噪声特性	(296)
9.4.3 单级微波场效应管放大器	(299)
9.4.4 多级微波场效应管放大器	(303)
9.5 微波混频器	(308)
9.5.1 微波混频器的功能与类型	(308)
9.5.2 单端混频器	(309)
9.5.3 平衡混频器	(312)
9.5.4 微带型混频器电路实例	(314)
9.5.5 混频器的主要指标	(316)
9.6 本机振荡器	(317)
9.6.1 概述	(317)

9.6.2	介质谐振器	(318)
9.6.3	介质振荡器电路	(320)
9.6.4	本机振荡器的主要性能要求	(323)
9.7	第一中频放大器	(324)
9.7.1	中放电路	(324)
9.7.2	分析与估算	(325)
9.8	下变频器实例	(328)
9.9	GaAs单片微波集成室外单元	(329)
9.9.1	概述	(329)
9.9.2	低噪声放大器	(330)
9.9.3	中频放大器	(331)
9.9.4	介质振荡器	(332)
9.9.5	射频特性	(333)
9.10	功率分配器	(334)
9.10.1	概述	(334)
9.10.2	二等分功率分配器	(335)
9.10.3	宽频带等分功率分配器	(336)
9.10.4	功率分配器的主要性能指标	(337)
9.11	室内单元	(337)
9.11.1	室内单元的组成	(337)
9.11.2	频道调谐器	(339)
9.11.3	主中放与AGC电路	(346)
9.11.4	门限扩展解调器	(349)
9.11.5	自动频率控制电路	(351)
9.11.6	视频放大与处理	(352)
9.11.7	伴音解调与放大电路	(353)
9.11.8	电源	(354)

第十章 建站、测试与维护

10.1	站址的选择	(356)
10.1.1	接收天线仰角和方位角的求算	(356)
10.1.2	天际线与仰角	(357)
10.1.3	干扰电平测试与估算	(357)
10.1.4	地形的选择	(359)
10.1.5	其他条件	(359)
10.2	设备的选购	(360)
10.2.1	概述	(360)
10.2.2	对室内单元输入电平的估算	(360)
10.2.3	对天馈线系统的要求	(361)

10.2.4 选购问题.....	(361)
10.3 安装与调整.....	(361)
10.3.1 设备的安装与调试.....	(361)
10.3.2 避雷与地线.....	(362)
10.4 性能测试.....	(363)
10.4.1 天线增益G与G/T的测试.....	(363)
10.4.2 高频头性能的测试.....	(365)
10.4.3 中频性能的测试.....	(367)
10.5 维护.....	(369)
10.5.1 基本注意事项.....	(369)
10.5.2 故障处理.....	(369)

第十一章 复用模拟分量(MAC)制式

11.1 复用模拟分量(MAC)制式概况	(371)
11.1.1 MAC 制式的由来	(371)
11.1.2 MAC 制式的基本原理	(372)
11.1.3 MAC 制式的优点	(375)
11.1.4 MAC 制式的现状	(376)
11.2 D ₂ -MAC制式.....	(376)
11.2.1 视频信号编码.....	(376)
11.2.2 传输复用结构.....	(377)
11.2.3 数据包结构.....	(379)
11.2.4 声音编码方法.....	(379)
11.3 B-MAC制式	(382)
11.3.1 视频信号编码.....	(382)
11.3.2 声音/数据复用.....	(383)
11.3.3 场消隐期包的分配.....	(384)
11.4 B-MAC和D ₂ -MAC 性能比较.....	(385)
11.4.1 性能参数比较.....	(385)
11.4.2 优缺点.....	(385)
附录一 卫星分配电视接收站性能要求.....	(387)
附录二 国家标准局 中国广播卫星公司文件.....	(392)
附录三 风力等级表.....	(393)
附录四 全国各市、县人民政府所在地经纬度.....	(394)
附录五 国产同轴射频电缆参数表.....	(410)
附录六 全国主要城市卫星地面站天线仰角、方位角表.....	(412)
附录七 接收机噪声系数(dB) — 噪声温度(K) 换算表.....	(413)
参考文献.....	(413)

第一章 卫星广播概论

1.1 卫星广播发展概况

随着电子技术的迅速发展和大型运载火箭的研制成功,卫星广播是从本世纪七十年代飞速发展起来的一门新兴科学技术。自从出现卫星传输电视以来,就显示出它那独特的优势,世界各国都以极大的兴趣予以关注。尤其是一些科学技术发达的国家,投入了大量的人力与费用,从事这一领域的研究与开发。到了80年代的今天,它已从试验阶段进入实用阶段,并正在不断采用新的技术,应用范围亦日趋广泛。

1.1.1 何谓卫星广播

所谓卫星广播,就是利用静止卫星上的大功率转发器向特定的地区播送广播电视信号,使广大用户能用较简单的接收设备直接收看电视和(或)收听的广播。

卫星广播是在卫星通信基础上发展起来的。通信卫星主要用来传送各种电信业务,但也传送电视与广播节目。国际通信卫星(INTELSAT)系统自从20多年前投入使用以来,一直用于电视的分配与传输。1984年,在国际间传送了约5万多小时的电视节目,有8个转发器以全部时间用于电视业务。约有24个国家租用了48个转发器,供他们国内使用,包括电视、电话及数据业务。目前,我国租用国际通信卫星5号星(IS-V)的转发器较多,而星上所能提供的电源功率有限,因此,转发器的功率较小,发射电波到达地面的场强很弱。从而,

表 1.1-1

段号	频段名称	频率范围 (含上限,不含下限)	波段名称	波长范围 (含下限,不含上限)
1	极低频	3—30 赫 (Hz)	极长波	100—10 兆米
2	超低频	30—300 赫 (Hz)	超长波	10—1 兆米
3	特低频	300—3000 赫 (Hz)	特长波	100—10 万米
4	甚低频(VLF)	3—30 千赫 (KHz)	甚长波	10—1 万米
5	低频(LF)	30—300 千赫 (KHz)	长波	10—1 千米
6	中频(MF)	300—3000 千赫 (KHz)	中波	10—1 百米
7	高频(HF)	3—30 兆赫 (MHz)	短波	100—10 米
8	甚高频(VHF)	30—300 兆赫 (MHz)	厘米波	10—1 米
9	特高频(UHF)	300—3000 兆赫 (MHz)	分米波	10—1 分米
10	超高频(SHF)	3—30 吉赫 (GHz)	厘米波	10—1 厘米
11	极高频(EHF)	30—300 吉赫 (GHz)	毫米波	10—1 毫米
12	至高频	300—3000 吉赫 (GHz)	丝米波	10—1 丝米

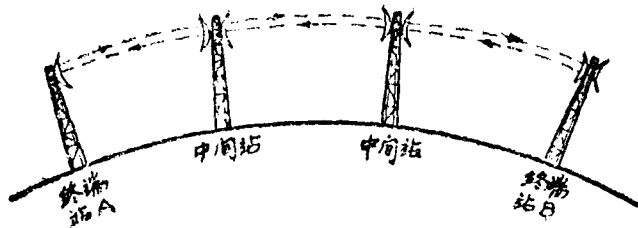


图 1.1-1

只能用来分配和传输电视节目，供较大口径天线的接收站接收和转播，而不是卫星电视直播。但不论是卫星传输电视，还是卫星直播电视，可说都是微波中继传输的一种特殊方式。

1.1.2 卫星通信的发展

我们知道，随着无线电技术的发展，从第二次世界大战后，无线电通信开始进入微波波段。一般所谓微波，如表 1.1-1 所示，是指波长为 $1\text{m} \sim 0.1\text{mm}$ （即 $300\text{MHz} \sim 3000\text{GHz}$ 频段）的电波。微波用于通信，它具有两大特点：（1）频段宽，通信容量大；（2）类似光波特性，沿直线传播，要求通信距离之间没有遮挡。但是，地面微波中继通信如图 1.1-1 所示，因受天线高度的限制和地球表面弯曲的影响，一般有效传输距离为 50km 左右。因而，如果远距离传输，就需每隔 50km 左右建立微波中继站接力传输。例如，从北京到成都约

2500km ，就需建 50 个左右微波中继站。

显然，如果提高天线高度，可以增加直视距离，但这办法毕竟受到一定的限制。

如何提高有效直视距离，增加电波覆盖面积？早在 1945 年，英国人克拉克 (Arthur C. Clarke) 就提出了向赤道上空 36000km 的同步轨道上发射静止卫星（如图 1.1-2 所示），用它作为微波中继站，可供地面上约 $1/3$ 的地区进行通信。如果在同步轨道上发射三颗间隔各为 120° 的卫星，那末，除高纬度地区以外，几乎可实现全球通信。他的设想，实际上相当于把中继站架设到静止卫星轨道上。就当时来说，火箭技术还处于萌芽状态，要把中继站发射到同步轨道上，这只能说是一种大胆的设想。

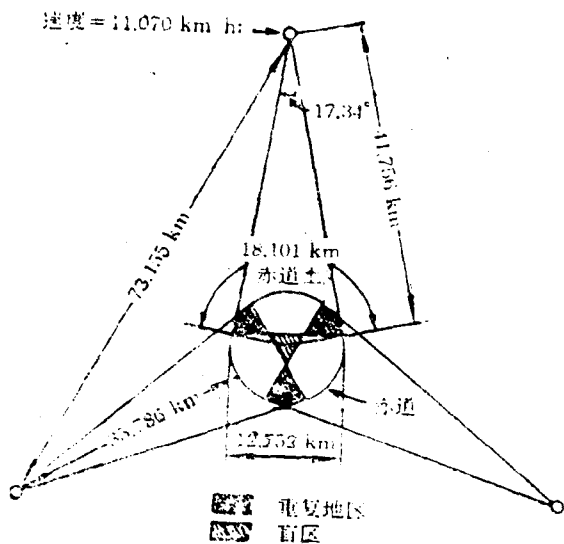


图 1.1-2

1957 年 10 月 4 日，苏联成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星“人造卫星—1”，它是一颗重量为 83.6kg ，高度为 900km 的低轨道卫星。3 个月后，美国于 1958 年 1 月也发射了一颗人造地球卫星“探险者—1”，它的重量为 8.2kg ，也是一颗低轨道的卫星。从此

以后,在空间技术与卫星通信领域中展开了激烈的竞争和大量的试验,人类开始进入了宇宙航行的时代。

自人造卫星出现以后,在进行大量的卫星通信与广播的试验中,值得提及的有下列一些早先的发射和试验。

1958年12月,美国发射了第一颗通信卫星“斯科尔”(Score),开始了卫星通信的试验阶段。1959年12月,美国利用低轨道的“斯科尔”卫星,第一次作了磁带录音的VHF音响传输试验。这颗卫星的重量为68kg,沿椭圆轨道运行,周期为101.5分钟,因为用蓄电池作为电源,所以寿命只有13天。通过这次试验,使人们认识到要延长卫星的寿命和提高通信性能,星上必须采用太阳电池和通信转发器。

1960年8月,美国航宇局(NASA)把覆有铝膜的人轨后直径为30m的气球卫星“回声-1”(Echo-1)发射到高度约1600km、倾角为 47.2° 的圆轨道上。完成了电话及电视的传输试验,研究了传输特性。这是首次利用人造卫星而不使用放大器的所谓无源中继试验。

1962年7月和12月,美国先后发射了“电星-1”(Telstar-1)卫星和“中继-1”(Relay-1)卫星。这些卫星不仅被用来进行电话、电报和传真等试验,而且第一次被用来转播电视。试验表明,有源通信卫星转发宽频带调制电视信号的性能良好。1963年11月23日,日本与美国之间,通过“中继-1”卫星传送了电视节目,这是最早的横跨太平洋的卫星通信。

“电星-1”卫星和“中继-1”卫星都是低轨道移动卫星,存在可通信时间短及通信时间随远地点周期性变化而变化等缺点。为此,1964年8月,美国发射了第一颗静止通信卫星“辛康-Ⅱ”(Syncom-Ⅱ),它被定点在东经 180° 附近的赤道上空,进行了通信和转播电视试验,用来传输东京奥运会的电视节目,取得了良好的效果。并证明静止卫星用来通信最为理想,而且在技术上也是可以实现的。

1965年4月6日,美国为国际商用通信卫星组织发射了半实验、半实用的静止卫星“晨鸟”(Early-Bird),后改名为“IS-I”卫星,被用于国际商用通信,通信容量为240路双向电话或1路电视。国际通信卫星组织是一个包括美、英、法、德等许多西方国家的商业卫星通信组织,到目前为止,已经有130多个国家参加这个组织,它能提供高可靠性的国际通信线路。

另一方面,苏联自1965年4月以来,先后发射了多颗高椭圆轨道“闪电”(Molniya)卫星。利用这种卫星,在苏联和东欧国家之间进行电视和电话的传送,并建立了有东欧等9个国家参加的一个“国际卫星”组织。

“IS-I”卫星的正式使用,标志着卫星通信从试验阶段进入了实用阶段。经过人们整整20年的努力,克拉克(Arthur C. Clarke)的设想才成为现实。

1.1.3 卫星广播的发展与现状

在卫星通信迅速发展过程中,随着人们的需求和空间技术的提高,世界各国开始了卫星广播的研究工作。从中诞生了新的产物—广播卫星,建立了卫星广播系统,进行了各种卫星广播试验。目前,卫星广播已开始成为空间技术应用的一个重要领域。近十多年来,国外已发射的广播卫星有:

1. 1974年5月,美国航宇局(NASA)发射了“应用技术卫星-6”(ATS-F),这是一颗多用途的综合性的实验卫星,包括广播、通信、气象、导航和数据中继等20多项实验。

其中进行卫星电视广播是最主要的内容，也是首次卫星直接电视广播的试验。

该星为三轴稳定卫星，采用9.1m直径的抛物面反射天线，多频段的转发器。外形如图1.1-3所示。发射后第一年，先定点在西经94°，对美国东、西部山区和阿拉斯加地区进行教育电视实验广播，使用两个2.6GHz的15W转发器，发送调频制彩色电视信号，地面用2m直径的抛物面天线和接收转换设备接收，取得了预想的实验结果。

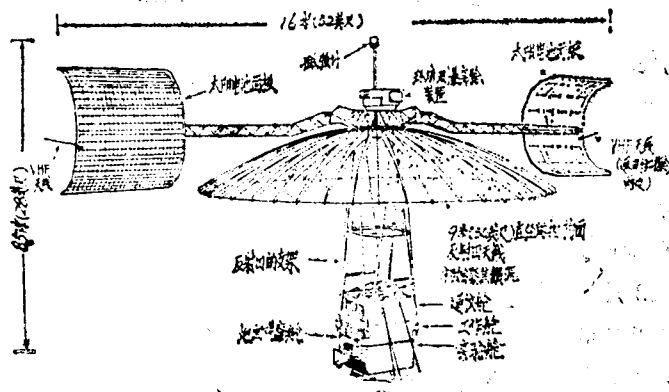


图 1.1-3

第二年该星移到东经35°印度洋上空，对印度六个邦进行教育电视广播实验。星上使用860MHz、80W转发器向地面播送调频电视节目。地面用3m直径天线的接收设备接收。实验结果相当成功，促使印度政府向美国购买广播、通信和气象的多用途卫星。

ATS-F卫星设计寿命为二年，但实际寿命大大超过预定时间。

2. 1976年1月，由加拿大和美国航宇局联合研制的“通信技术卫星”(CTS)发射成功。这是世界上第一颗使用14/12GHz频段的广播卫星，发射目的是进行该频段电视和声音广播试验。并对一些新技术进行飞行试验。美国和加拿大隔日轮流使用该星上Ku频段作各种实验，获得两致衰减和畸变的大量数据资料。

此星先定点于西经116°发射功率为200W，天线增益为36dB，波束宽度为2.5°，等效全向辐射功率(EIRP)为59dBW。试验时用2m站作集体接收，0.6~1.2m站作个体接收，两种试验都得到较满意的结果，验证了个体接收型卫星广播的设想。

实验表明，当用1.2m站，噪声系数为4.8dB，G/T为12dB/K的设备接收时，把星上的EIRPs逐步降到49dBW时，绝大部分观众认为图象质量可以接受，说明卫星直播的EIRPs可降到50dBW左右。

同年8月将该星移至西经142°，将功率降到20W，对澳大利亚东部进行卫星直播试验，利用1.2m站接收，进行电视接收质量的主观评价。

该星设计寿命为2年，实际寿命为3年10个月。于1979年11月，CTS出现故障失效。

为了进一步验证CTS所得结论的正确性，加拿大于1978年12月又发射了“阿尼克-B”(Anik-B)卫星，进行大量低EIRPs的卫星广播实验。此星上装有4个Ku频段20W的转发器，用4个 $1.8^\circ \times 2^\circ$ 波束覆盖全国。中心区EIRPs为51dBW；边缘区为47dBW。接