

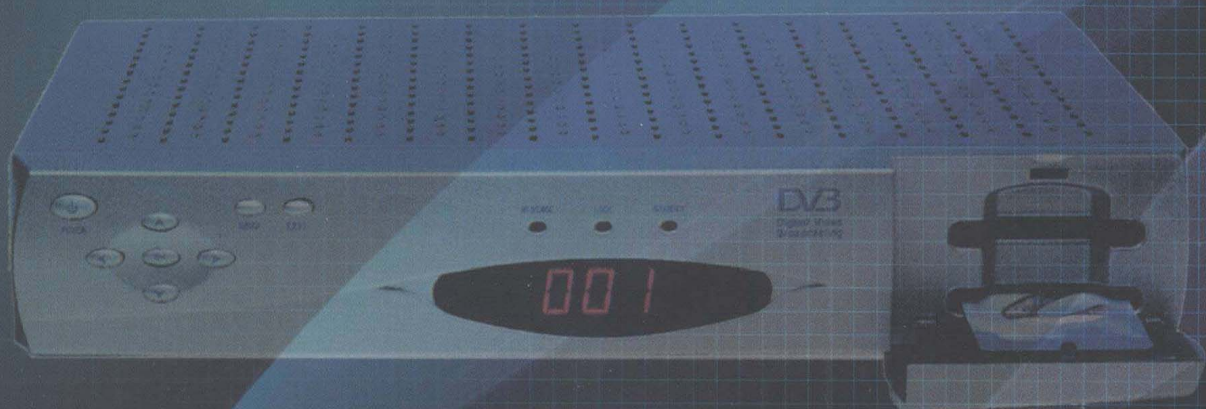
邓圻贵 张涛 编著

JIUZHOU

新型数字 卫星接收机

原理精解及维修

九洲、同洲、东仕、金泰克、海克威



新型数字卫星接收机原理精解及维修

顾 问 张正贵
编 著 邓圻贵 张 涛

成都时代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型数字卫星接收机原理精解及维修/邓圻贵 张 涛 编著.
成都: 成都时代出版社, 2003

ISBN 7-80548-865-7

I. 数... II. ①邓... ②张... III. ①数字电视: 卫星
广播电视—电视接收机—基本知识②数字电视: 卫星广播电视—电
视接收机—维修 IV. TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 38525 号

责任编辑: 徐文惠 刘曙光

封面设计: 朱小露

版式设计: 向 涛

责任校对: 余 心

新型数字卫星接收机原理精解及维修

邓圻贵 张 涛 编著

成都时代出版社出版发行

(成都市庆云南街 19 号 邮编: 610017)

新华书店经销 成都教育印刷厂印刷

开本 787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ 印张 18.375 440 千字

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—3000 册

ISBN 7-80548-865-7/TN·2 定价: 38 元

编辑顾问委员会成员

主 任：张正贵

副主任：杜力平

委 员：王 强 李红满 张 兵 谢拥军 周 涛 阎书元 汤尔曼

内 容 简 介

本书以实用为宗旨，选择了目前国内量大面广的数字卫星接收机机型，对其基本原理和整机电路进行分析，力求理论联系实际，最大限度地满足不同层次读者对基础知识和实用技术的需求。本书还针对各种典型故障进行了细致的分析，便于读者在遇到同类问题时，能够举一反三，触类旁通。

该书系统地介绍了目前数字卫星接收机最流行的 ODM、ST、LSI 和 FUJITSU 四种解决方案，使读者在对数字卫星接收机进行全面、系统了解的同时，再分别对九洲 DVS-398E 型、同洲 CDVB2000B 型、金泰克 KT-D8855G 型、东仕 IDS-2000H 型、海克威 HIC-2000H 型和九洲 DVS-398CB 型数字卫星接收机的整机电路进行了详细的解析，还给出了维修指南和近九十个故障检修实例。附录部分的卫星天线安装与调试、方位角、仰角、极化角以及最新卫星频道参数、整机电路原理图等实用资料，非常珍贵，是专业工作者、业余爱好者和初学者难得的案头宝典。

本书内容系统、全面，通俗易懂，既可作为专业技术人员和有一定基础的维修人员之参考资料，又可作为初学者的入门读物。

前 言

随着压缩技术的突破和数字视频广播 (DVB) 标准的产生, 数字卫星压缩传播方式已成为卫星传播的主流。由于数字卫星传输方式具有传输效率高 (一个频道可传输十余套节目)、传输质量好、抗干扰性强等优点, 因此数字卫星广播电视技术发展迅速, 上星的数字节目不断增多。目前, 中央电视台、中央教育电视台和各省市电视台已基本实现了数字化。与此同时, 数字卫星接收机的应用也越来越广泛, 不仅在“全国村村通广播电视”项目中逐步取代了模拟卫星接收机, 而且正在进入家庭, 出现了十分广阔的发展前景。

随着数字卫星接收机应用的日益普及, 人们对数字卫星接收机方面的知识也有了越来越迫切的需求。许多专业技术人员、维修人员和使用人员都希望对数字卫星接收机的原理、使用 and 维修有一个比较全面、深入的了解。为此, 作为全国最大的数字卫星接收机定点生产厂之一的四川省九洲电子科技股份有限公司和四川省电子学会广播电视专业委员会等单位一起, 组织编写了《新型数字卫星接收机原理精解及维修》一书。

本书以实用为宗旨, 选择了目前国内量大面广的几种品牌和机型进行剖析, 力求理论联系实际, 最大限度地满足不同层次读者对基础知识和实用技术的需求。为了帮助读者全面掌握数字卫星接收机的实用维修技术, 本书针对各种典型故障进行了细致的分析, 编写了检修流程。同时还列举了十多个品牌、近九十多个检修实例, 供读者借鉴和参考, 以便在遇到同类故障时, 能够举一反三, 触类旁通。

本书共十五章, 前面三章深入浅出地介绍了数字卫星接收机的发展过程、基本原理和组成。从第四章到第七章, 较详细地介绍了目前数字卫星接收机最流行的四种解决方案, 即 ODM 方案、ST 方案、LSI 方案和 FUJITSU 方案, 使读者对数字卫星接收机有一个全面、系统的了解。第八章到第十四章运用上述工

作原理，分别对九洲 DVS - 398E 型数字卫星接收机、同洲 CDVB2000B 型数字卫星接收机、金泰克 KT - D8855G 型数字卫星接收机、九洲 DVS - 398CB 型数字卫星接收机、东仕 IDS - 2000H 型数字卫星接收机、海克威 HIC - 2000H 型数字卫星接收机的整机电路进行了详细的分析。通过这些分析，可使读者对数字卫星接收机有更加深入、具体的理解。十五章为检修指南和故障检修实例，为读者提供了分析故障、检修故障的方法。为了增强本书的系统性和实用价值，附录部分还收入了卫星天线的安装与调试、最新卫星频道表等有关资料。

本书在编写过程中，得到了四川省九洲电器集团有限责任公司、四川省九洲电子科技股份有限公司领导和有关技术人员的大力支持，得到了四川省电子学会编辑出版工作委员会和聂彩吉老师的大力帮助，许多技术人员还为本书提供了宝贵的技术资料和维修实例，编著者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中错漏之处在所难免，恳请广大读者斧正。

编著者 2003 年 5 月 12 日

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 卫星广播电视技术发展概况	(1)
1.1.1 卫星广播电视技术的发展过程	(2)
1.1.2 我国卫星广播电视技术的发展概况	(2)
1.2 卫星广播电视系统	(4)
1.2.1 卫星电视广播的频段划分及电波传播特性	(4)
1.2.2 电磁波的极化	(5)
1.2.3 上行发射站	(6)
1.2.4 星载转发系统	(7)
1.2.5 卫星电视地面接收系统	(8)
1.3 数字卫星广播电视系统	(8)
1.3.1 上行站系统	(8)
1.3.2 数字卫星接收系统	(10)
第二章 数字卫星接收系统的基本原理	(13)
2.1 信源编码	(13)
2.1.1 图像信号的数字化	(13)
2.1.2 预测编码	(13)
2.1.3 变换编码	(14)
2.1.4 统计编码	(15)
2.1.5 静态图像压缩标准 JPEG	(16)
2.1.6 活动图像压缩标准 MPEG	(17)
2.2 信道编码	(21)
2.2.1 用伪随机序列进行扰码	(21)
2.2.2 误码校正	(21)
2.2.3 基带成形	(29)
2.2.4 四相相移键控和正交幅度调制	(30)
2.3 DVB 系统	(32)
2.3.1 DVB-S 系统	(32)
2.3.2 DVB-C 系统	(33)
2.3.3 DVB-T 系统	(34)
2.3.4 有条件接收系统简介	(35)
第三章 数字卫星接收机	(38)
3.1 广播电影电视行业有关标准	(38)
3.1.1 卫星数字电视接收站通用技术要求	(38)
3.1.2 卫星数字电视接收机技术要求	(41)
3.2 数字卫星接收机的组成及各部分的作用	(44)
3.2.1 数字卫星接收机的基本组成	(44)
3.2.2 调谐器和解调器	(45)
3.2.3 解复用器和解码器	(49)
3.2.4 系统控制电路	(50)
3.2.5 视频编码器	(51)

3.2.6	音频 D/A 转换器	(56)
3.2.7	电源	(58)
第四章	ODM 解决方案数字卫星接收机	(60)
4.1	ODM8511 QPSK 解调器	(60)
4.1.1	ODM8511 的特征	(60)
4.1.2	ODM8511 的组成及各部分工作原理	(60)
4.2	ODM8211 传输流解复用器和 MPEG 解码器	(64)
4.2.1	ODM8211 的特征	(64)
4.2.2	ODM8211 的组成及各部分工作原理	(64)
4.2.3	引脚描述	(68)
第五章	ST 解决方案数字卫星接收机	(77)
5.1	QPSK 解调器 STV0199A	(77)
5.1.1	STV0199A 的性能特征	(77)
5.1.2	STV0199A 的功能描述	(77)
5.2	传输流解复用器 ST20 - TP2	(80)
5.2.1	ST20 - TP2 的特征	(80)
5.2.2	ST20 - TP2 的组成及各部分的作用	(81)
5.3	MPEG - 2 视频和音频解码器 STi3520A	(85)
5.3.1	主要特征	(85)
5.3.2	功能描述	(86)
5.3.3	微控制器接口和压缩数据输入	(90)
5.3.4	外部存储器	(91)
5.4	STV0118 视频编码器	(93)
5.4.1	引脚功能	(94)
5.4.2	数据输入格式	(96)
5.4.3	副载波产生	(96)
5.4.4	亮度编码	(96)
5.4.5	色度编码和 RGB 编码	(96)
第六章	LSI LOGIC 解决方案数字卫星接收机	(97)
6.1	QPSK 解调器 L64724	(97)
6.1.1	性能特征	(97)
6.1.2	内部组成	(97)
6.1.3	信道接口和数据控制	(97)
6.1.4	解调器功能描述	(99)
6.1.5	解码流水线同步	(103)
6.1.6	FEC 解码器流水线	(104)
6.2	L64008 传输流解复用器	(106)
6.2.1	嵌入式 CPU 和 CPU 子系统	(106)
6.2.2	传输流解复用器	(110)
6.2.3	DVB 解扰器	(115)
6.3	L64005 MPEG 解码器	(117)
6.3.1	视频解码器	(117)
6.3.2	外部存储器接口	(119)
6.3.3	视频接口和在屏显示	(121)
6.3.4	音频解码器	(124)
6.3.5	系统流解码和同步	(126)
第七章	FUJITSU 解决方案数字卫星接收机	(129)

7.1 单片式传输流解复用器和解码器 MB87L2250	(129)
7.1.1 MB87L2250 的特征	(129)
7.1.2 MB87L2250 的组成及各部分的作用	(131)
7.2 视频编码器 ADV7171	(140)
7.2.1 性能特征	(140)
7.2.2 功能描述	(141)
第八章 九洲 DVS-398E 型数字卫星接收机	(147)
8.1 组成及技术规格	(147)
8.1.1 整机组成	(147)
8.1.2 技术规格	(147)
8.1.3 工作原理	(148)
8.2 一体化调谐解调器及 LNB 供电电路	(148)
8.2.1 一体化调谐解调器	(148)
8.2.2 LNB 供电电路	(149)
8.3 解复用器和解码器	(149)
8.3.1 传输流解复用器	(150)
8.3.2 MPEG-2 解码器	(150)
8.4 系统控制电路	(151)
8.4.1 Am29F040B	(152)
8.4.2 标准 DRAM GM71C4263C	(153)
8.4.3 SDRAM HY57V161610D	(154)
8.4.4 E ² PROM 24C64	(156)
8.5 视频编码器	(158)
8.6 音频 D/A 转换器及输出放大电路	(158)
8.6.1 音频 D/A 转换器	(158)
8.6.2 音频放大电路	(159)
8.7 操作显示面板	(159)
8.7.1 AT89C2051	(159)
8.7.2 操作显示面板电路	(160)
8.8 电源	(161)
8.8.1 输入滤波整流电路	(161)
8.8.2 DC-DC 变换器	(162)
8.8.3 输出电路	(162)
第九章 同洲 CDVB2000B 型数字卫星接收机	(163)
9.1 组成及工作原理	(163)
9.1.1 组成及技术规格	(163)
9.1.2 工作原理	(164)
9.2 一体化调谐解调器	(164)
9.2.1 F7VG0186 一体化 TUNER	(164)
9.2.2 LNB 供电电路	(166)
9.3 系统控制电路	(166)
9.3.1 29LV800BA	(166)
9.3.2 HY57V161610D	(167)
9.3.3 E ² PROM 24C64	(168)
9.3.4 地址译码器 74HC138	(168)
9.3.5 总线收发器 74HC245	(168)
9.4 解复用器和解码器	(168)

9.4.1	解复用器	(168)
9.4.2	MPEG 解码器	(169)
9.5	视频编码器 ADV7171	(170)
9.6	音频 D/A 转换器和音频放大电路	(170)
9.6.1	音频 D/A 转换器 PCM1723E	(170)
9.6.2	音频放大电路	(170)
9.7	操作显示面板	(170)
9.7.1	键盘及扫描电路	(170)
9.7.2	红外接收器	(171)
9.7.3	数码显示器及其驱动电路	(171)
9.8	电源	(171)
9.8.1	输入滤波整流电路	(171)
9.8.2	DC - DC 变换器	(171)
9.8.3	输出电路	(172)
9.8.4	保护电路	(174)
第十章	金泰克 KT - D8855G 型数字卫星接收机	(175)
10.1	一体化调谐解调器	(175)
10.1.1	组成及技术规格	(175)
10.1.2	引脚说明	(176)
10.1.3	I ² C 总线的数据格式	(177)
10.1.4	QPSK 解调器	(178)
10.2	主芯片 STi5518	(178)
10.2.1	中央处理器	(179)
10.2.2	中断系统	(179)
10.2.3	链路	(179)
10.2.4	MPEG 视频解码器	(181)
10.2.5	子图像解码器	(181)
10.2.6	显示平面	(181)
10.2.7	音频解码器	(183)
10.2.8	MODEM 模拟前端接口	(183)
10.2.9	存储器子系统	(183)
10.2.10	串行通信	(185)
10.2.11	视频编码器	(185)
10.2.12	Smart 卡接口	(186)
10.2.13	PWM 和计数器模块	(186)
10.3	系统控制电路	(186)
10.3.1	嵌入式 CPU	(187)
10.3.2	FLASH	(187)
10.3.3	SDRAM	(187)
10.4	音频电路	(189)
10.5	电源	(189)
第十一章	九洲 DVS - 398CB 型数字卫星接收机	(190)
11.1	组成及技术规格	(190)
11.1.1	技术规格	(190)
11.1.2	工作原理	(191)
11.2	一体化调谐解调器及 LNB 供电电路	(191)
11.2.1	一体化调谐解调器	(191)

11.2.2	LNB 供电电路	(192)
11.3	单片解复用器和解码器 SC2005	(192)
11.3.1	嵌入式 CPU	(192)
11.3.2	解复用器	(193)
11.3.3	MPEG-2 解码器	(195)
11.3.4	在屏图形	(195)
11.3.5	视频编码器	(195)
11.3.6	音频 D/A 转换器	(196)
11.3.7	IOBASE-T 以太网接口	(196)
11.4	系统控制电路	(196)
11.5	视频滤波网络	(197)
11.6	音频放大电路	(197)
11.7	智能卡读卡电路	(197)
11.8	操作显示电路	(198)
11.9	电源	(200)
第十二章	东仕 IDS-2000H 型数字卫星接收机	(201)
12.1	工作原理	(201)
12.2	一体化调谐解调器	(202)
12.3	解复用器和解码器	(203)
12.4	系统控制电路	(204)
12.4.1	W27E040	(205)
12.4.2	标准 DRAM GM71G16163	(205)
12.4.3	SDRAM HY57V161610D	(205)
12.4.4	E ² PROM 24C64	(205)
12.5	视频编码器和视频滤波网络	(205)
12.5.1	视频编码器	(205)
12.5.2	视频滤波网络	(206)
12.6	音频 D/A 转换器及输出放大电路	(207)
12.6.1	音频 D/A 转换器	(207)
12.6.2	音频放大电路	(207)
12.7	操作显示面板	(207)
12.8	电源	(207)
12.8.1	输入滤波整流电路	(208)
12.8.2	DC-DC 变换器	(209)
12.8.3	输出电路	(209)
第十三章	海克威 HIC-2000H 型数字卫星接收机	(210)
13.1	组成及工作原理	(210)
13.1.1	系统组成	(210)
13.1.2	工作原理	(210)
13.2	一体化调谐解调器	(211)
13.3	系统控制电路	(212)
13.4	解复用器和解码器	(213)
13.4.1	解复用器	(213)
13.4.2	MPEG 解码器	(213)
13.5	视频编码器 AV3169	(214)
13.6	音频 D/A 转换器和音频放大电路	(216)
13.6.1	音频 D/A 转换器	(216)

13.6.2	音频放大电路	(217)
13.7	操作显示面板	(218)
13.8	电源	(219)
第十四章	数字卫星接收机在远程教育中的应用	(220)
14.1	音、视频广播	(220)
14.2	VBI 数据广播	(221)
14.3	DVB 数据广播	(222)
14.3.1	DVB 数据广播的特点	(222)
14.3.2	DVB 数据广播的标准	(222)
第十五章	检修指南	(224)
15.1	检修思路及检查流程	(224)
15.1.1	电源电路故障的检修思路及检修流程	(224)
15.1.2	电视屏幕无图像的检修思路及检修流程	(224)
15.1.3	电视屏幕显示“无卫星信号”的检修思路及检修流程	(225)
15.1.4	图像出现停顿或马赛克的检修思路及检修流程	(227)
15.1.5	键盘失控或遥控器不能操作的检修思路及检修流程	(227)
15.1.6	频道显示正常, 有广播与电视伴音, 无图像或图像异常的检修思路及检修 流程	(228)
15.1.7	电视屏幕上图像正常, 无伴音和广播的检修思路及检修流程	(228)
15.1.8	具有条件接收功能的数字卫星接收机能接收普通节目, 不能接收加密 节目的检修思路	(229)
15.2	检修实例	(230)
15.2.1	电源电路故障的检修实例	(230)
15.2.2	电视屏幕无图像或时有时无故障的检修实例	(234)
15.2.3	电视屏幕显示“无卫星信号”故障的检修实例	(237)
15.2.4	图像出现停顿或马赛克故障的检修实例	(240)
15.2.5	键盘失控或遥控器不能操作故障的检修实例	(241)
15.2.6	频道显示正常, 有广播与电视伴音, 无图像或图像异常故障的检修实例	(243)
15.2.7	电视屏幕上图像正常, 但无伴音和广播故障的检修实例	(246)
15.2.8	具有条件接收功能的数字卫星接收机能接收普通节目, 不能接收加密 节目的检修实例	(246)
附录一	卫星接收天线的安装与调试	(248)
附录二	我国 34 城市接收 12 颗卫星电视天线仰角、方位角、极化角一览表	(256)
附录三	亚太地区最新卫星电视频道参数表	(259)
附录四	九洲 DVS-398E 型数字卫星电视接收机整机电路图	(269)
附录五	同洲 DVB2000B 型数字卫星电视接收机整机电路图	(269)

第一章 概述

1.1 卫星广播电视技术发展概况

1.1.1 卫星广播电视技术的发展过程

自从克拉克在 1945 年提出利用人造地球卫星实现全球通信的设想后, 1957 年 10 月前苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星, 人类开始进入太空时代。1964 年 8 月美国发射了第一颗用于电视传输的“同步三号”通信卫星, 正式向世界转播东京奥运会的实况, 开始了卫星广播和卫星通信的应用。此后, 美国、前苏联、日本、法国、加拿大等国相继研制和发射了各种各样的广播卫星和通信卫星, 促进了卫星广播电视技术和卫星应用的发展。

1974 年, 美国发射了能进行直播 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。试验中利用这颗卫星成功地转发了蒙特利尔奥运会实况, 给人们留下了深刻的印象。同年, 前苏联发射了“屏幕”实用广播卫星, 其转发器的输出功率为 200W。此后, 卫星广播电视技术进入了实用阶段。1980 年, 瑞典发射了通信广播卫星 Tele-X 系统。1982~1985 年, 加拿大先后发射了 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。1984 年, 日本发射了使用 12GHz 频段的实用广播卫星系统 BS-2, 又在 1986 年 2 月发射了装载了四台 Ku 波段转发器的实用广播卫星系统 BS-2b, 其转发器的发射功率为 100W, EIRR/FCP 为 55dBW, 可用两路卫星电视进行 24 小时广播。1988 年 10 月, 法国的 TDF-1 广播卫星发射成功。至此, 上星的节目迅速增加, 卫星广播电视技术日臻成熟。目前, 卫星应用已包括了卫星通信、卫星广播、卫星遥感、卫星定位、卫星导航、卫星育种、太空材料研究、太空基地的天文研究、利用卫星的宇宙探测等。每个方面都不断有新技术、新应用出现。卫星广播电视技术和卫星应用进入了迅速发展的时期。

随着广播电视和信息技术的飞速发展, 利用卫星频道传输的信息量越来越大, 短短几年时间, 上星的节目就增加了几倍, 目前还在以更快的速度递增。此外, 卫星传输除了继续作为广播电视的重要传输手段外, 还在远程教育、通信等领域中起着越来越重要的作用。随着因特网 (Internet) 的迅速发展, IP over Satellite、DVB-IP、Streaming Media 等 IP 卫星传输技术和卫星宽带多媒体应用业务也出现了蓬勃发展的势头。因此, 卫星传输已不再是单一的广播电视手段, 传统的模拟卫星传输方式已不适应卫星广播和卫星通信迅速发展的需要。如何利用有限的频道资源传输越来越多的信息, 以成为人们必须考虑的现实问题, 数字压缩卫星直播方式也就应运而生。

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; 后者专门用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。

数字压缩卫星直播方式是指播发的电视信号先经过数字化编码压缩后再由直播卫星播发。由于卫星广播一个转发器只能传送一套模拟电视节目, 采用数字压缩卫星直播方式后, 一个转发器可传送 4~10 套数字电视节目。这不仅大大节省了卫星信道的成本和利用率, 而且还大大提高了卫星电视的图像质量。

数字压缩卫星直播方式的迅速发展依赖于码率压缩技术的突破。自从 1952 年柯特勒 (Cutler) 发明差值脉冲编码调制 (DPCM) 以来, 许多专家在编码压缩方面进行了大量的研

究，先后提出了预测编码、变换编码、统计编码、混合编码、行程编码等多种编码方案，使编码技术日臻成熟。为了建立图像压缩编码的标准化，国际标准化组织（ISO）和国际电联（ITU-T）联合组织了专家组，即静态图像专家小组（JPEG）和活动图像专家小组（MPEG）。经过专家组的不断努力，于1991年通过了静态图像压缩标准 ISO/IEC 19018（JPEG 标准）。1993年初通过了活动图像压缩标准 ISO/IEC 11172 建议书（MPEG-1 标准），它的图像分辨率为 ITU-R601 所推荐标准分辨率的 1/4，其中 NTSC 制为 352×240，PAL 制为 352×288。1993年12月又通过了 ISO/IEC 13818 建议书（MPEG-2 标准），它既适用于标准分辨率，即 720×576（PAL）和 720×480（NTSC），又适用于清晰度数字电视 HDTV，宽屏幕（16:9）为 1920×1152，窄屏幕（4:3）为 1440×1152。随着数字化编码压缩技术的成熟和标准化，数字压缩卫星直播方式已逐渐成为卫星传输的主流。近年来上星的广播电视节目，绝大部分都是采用 MPEG-2 编码标准的数字节目。接收设备也由模拟卫星接收机发展成为数字卫星接收机。

1.1.2 我国卫星广播电视技术的发展概况

1970年4月，我国成功地发射了第一颗人造卫星“东方红”1号，并在同年开始研制自己的通信卫星和卫星通信系统。1984年，我国发射了第一颗通信卫星，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，还租用了一个转发器传送教育电视节目，开始用卫星手段进行电视与声音广播的传输。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。

1988~1991年连续发射的四颗“东二甲”同步通信卫星，用于通信和电视转播。1993年，我国又发射了大容量 C 波段同步通信卫星，星载转发器 24 个，波束中心为 EIRP = 40.5dBW，边缘可达到 37.5dBW，采用赋形波束，使能量更集中于我国的疆域。此后，中央电视台及各省市电视台陆续上星向全国广播传送，使电视的覆盖范围大大扩展。目前，我国已建成了电视节目上行站 30 余座，各种卫星电视接收站、转播站 20~30 万个，使用了约 10 颗卫星上的转发器。我国发射的自行研制的卫星简况如表 1-1。

表 1-1 我国发射的自行研制的卫星简况

序号	卫星名称	发射时间	简 况
1	东方红一号	1970 年 4 月 24 日	播出《东方红》乐曲，空间探测
2	实验一号	1971 年 3 月 3 日	空间物理探测
3	返回式遥感卫星	1975 年 7 月 26 日	卫星对地观测，3 天后返回
4	实验二号	1981 年 9 月 20 日	空间物理探测及新技术试验
5	试验通信卫星	1984 年 4 月 8 日	定点于东经 125°赤道上空，承担国内部分通信业务
6	返回式遥感卫星	1984 年 9 月 12 日	卫星对地观测，5 天后返回
7	返回式遥感卫星	1985 年 10 月 21 日	用于国土普查，5 天后返回
8	实用通信广播卫星	1986 年 2 月 1 日	定点于东经 103°赤道上空，用于国内通信及电视传输试验

(续表)

9	返回式试验卫星	1987 年 8 月 5 日	技术试验及首次国内外微重力搭载试验, 5 天后返回
10	返回式试验卫星	1987 年 9 月 9 日	科学探测, 技术试验及微重力搭载试验, 8 天后返回
11	实用通信广播卫星 (东二甲-1)	1988 年 3 月 7 日	定点于东经 87.5°赤道上空, 用于通信、广播、电视传输
12	风云一号气象卫星	1988 年 9 月 7 日	气象观测、云图传输
13	实用通信广播卫星 (东二甲-2)	1988 年 12 月 22 日	定点于东经 110.5°赤道上空, 用于通信、广播、电视传输
14	实用通信广播卫星	1990 年 2 月 4 日	定点于东经 98°赤道上空, 用于通信、广播、电视传输
15	大气一号气球卫星	1990 年 9 月 3 日	气象观测、云图传输、大气密度测量
16	新型返回式卫星	1992 年 8 月 9 日	新技术试验、对地观测, 运行 16 天后按计划返回地面
17	实践 4 号试验卫星	1994 年 2 月 8 日	进行科学探测和技术试验
18	东方红三号通信卫星 (中卫 6 号)	1997 年 5 月 12 日	定点于东经 125°赤道上空, 用于通信、广播、电视传输
19	风云二号气象卫星	1997 年 6 月 10 日	用于国内气象预报
20	中卫一甲	1998 年 5 月 30 日	通信及电视广播
21	鑫诺一甲	1998 年 7 月 18 日	通信及电视中继, 定点 110.50。

近年来, 我国数字卫星广播电视技术发展迅速。中央电视台于 1996 年 1 月 1 日开始, 使用东经 115.5°中星 5 号卫星的 C 波段第 12 号转发器, 正式播出经过数字化编码压缩的 CCTV5、6、7、8 共 4 套加密电视节目。1996 年 3 月 1 日增加了 CCTV3, 使数字节目增加到 5 套。从 1996 年 8 月 15 日起, C 波段数字压缩电视节目撤销, 中央电视台的 CCTV3、4、5、6、7、8 共 6 套数字压缩电视节目采用美国 GI 公司的 Digipher 数字压缩技术, 通过东经 100.5°亚洲 2 号卫星的 Ku 波段第 4 号转发器, 采用多载波 (MCPC) 方式播出, 其符号率为 8Mbps。

自 1997 年元旦起, 我国各省市电视台相继采用 MPEG-2 标准和单载波 (SCPC) 方式播出数字节目。其中河南、青海、福建、江西、辽宁 5 个省通过亚洲 2 号卫星的 C 波段 3B 转发器播出; 湖北、湖南、广东、内蒙古 4 个省区通过亚洲 2 号卫星的 C 波段 6B 转发器播出; 广西、陕西、江苏、安徽、黑龙江、吉林 6 省通过亚洲 2 号卫星的 C 波段 5A 转发器播出。以上各省区的数字节目都采用 3/4 前向误码纠错 (FEC) 技术, 除内蒙古外, 符号率都为 4.42Mbps。内蒙古用 MCPC 方式传送蒙汉两套电视节目, 符号率为 8.4Mbps。此外, 北京、山西、天津三省市通过亚洲 2 号卫星的 Ku 波段转发器播出; 重庆、甘肃、宁夏、海南、新疆 5 省区市通过亚太 1A 卫星的 C 波段转发器播出。其中新疆用 MCPC 方式传送 6 套电视和广播节目。广电部还采用 MUSICAM-SCPC (子频段编码/单载波) 技术, 通过亚洲 2 号卫星的 Ku 波段 K5 转发器传送 32 套中国国际广播电台和中央人民广播电台的数字声音广播节目。中国教育电视台也在 2000 年 10 月上星了 6 套教育电视节目和 14 套 IP 数据广播, 并计划对现有的卫星广播网作进一步的改造, 使其更加适应远程教育的需要。我国还将进一步开发适

合我国的数字视频广播（DVB）、数字音频广播（DAB）和 HDTV 系统，进一步开发卫星广播的多功能应用和广播电视的各种先进业务。

1.2 卫星广播电视系统

卫星广播电视系统主要由上行发射站、星载设备和地面接收系统组成。上行发射站用于将节目制作中心送来的信号发送给卫星，并对卫星进行遥控、遥测、发出指令；星载设备包括收发星载天线、星载转发器、控制设备和电源等；地面接收系统包括接收天线、集体接收设备、个体接收机、不同功率容量的无线电转播台和有线电视系统等。

1.2.1 卫星电视广播的频段划分及电波传播特性

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他参数作了详细分配，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、前苏联的亚洲部分、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，如表 1-2。

表 1-2 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	1050	电视优选
Ka（23）	22.5 ~ 23	500	电视优选
Q（42）	40.5 ~ 42.5	2000	卫星广播专用
E（85）	84 ~ 86	2000	卫星广播专用

从表 1-2 可以看出，除 Q 和 E 波段为卫星广播专用频段外，其余频段均与地面业务共用。例如，L 波段与地面的 UHF 电视广播业务共用；S 波段和我国现在使用的 C 波段（3.7 ~ 4.2GHz）都和地面通信业务共用。当这些频段用于卫星广播时，为了避免造成对地面通信业务的干扰，卫星发射到地球的功率通量密度要受到限制，因此使用这些频段的卫星电视广播主要适用于集体接收。Ku 和 K（23）频段虽然也与地面业务共用，但根据规划，这两个频段是卫星广播优选频段，所以由卫星发射到地面的这两个频段的功率通量密度不受限制。

表 1-3 给出了卫星发射的电波经过 36000km 左右到达地球时，不同波段的损耗值。

表 1-3 不同波段电波的自由空间传播损耗

波 段（GHz）	0.7（L）	2.5（S）	4.0（C）	12（Ku）
传播损耗（dB）	81	192.3	196.5	205.6

L 波段用于调频卫星电视广播其主要优点是技术成熟；电波传播条件好，单波束就能覆盖全国；转发器可以全固态，耗电少、寿命长；对卫星定位精度和姿态控制的要求低；电波