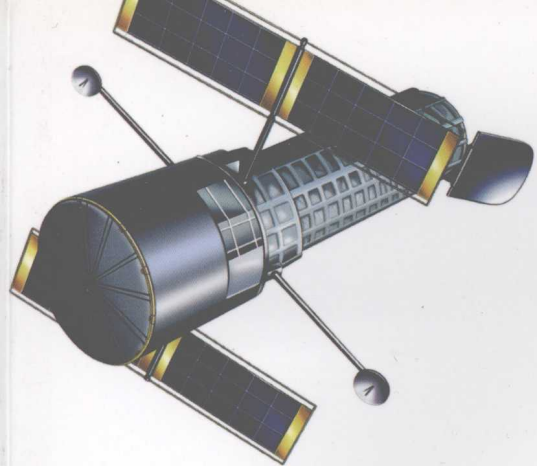




刘修文 编著

卫星数字电视 直播接收技术



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



卫星数字电视直播接收技术

刘修文 编著



机械工业出版社

本书是为庆贺我国卫星直播电视的开播,帮助广播电视系统的从业人员和广大卫视爱好者掌握卫星数字电视直播的接收、安装调试及维修技术而编的。全书在介绍数字电视卫星传输技术和卫星数字电视接收技术的基础上,介绍了卫星电视接收天线的安装与调试、高频头的选用与维修、卫星数字电视接收机的工作原理与使用调试,重点介绍了卫星数字电视接收机的故障分析与维修实例。

本书通俗易懂,简明实用,适合广播电视系统基层从业人员、职业中专相关专业师生阅读,也可作为广大卫视发烧友、电子爱好者及家电维修人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

卫星数字电视直播接收技术/刘修文编著. —北京:机械工业出版社, 2006.7

ISBN 7-111-20112-4

I. 卫… II. 刘… III. 卫星广播电视—数字电视—接收天线 IV. TN948.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 123950 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:刘星宁 版式设计:冉晓华

责任校对:张晓蓉 封面设计:鞠 杨 责任印制:李 妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21 印张·518 千字

0 001—4 000 册

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线电话(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

早在 1974 年,当时的中央广播事业局就希望通过发展卫星直播,从根本上解决我国广播电视的覆盖问题。32 年后这个愿望终于快实现了,2006 年 8 月我国将发射鑫诺 2 号直播卫星,2007 年又将发射中星 9 号直播卫星,这两颗卫星遵循同频率、同轨位、同覆盖与同容量的原则,共同构建我国第一代广播电视直播系统。直播卫星将运行在东经 92.2° 轨位上,采用圆极化方式,互为备份。卫星各携带 22 个 Ku 频段转发器,可提供 150~200 套标准清晰度电视和高清晰度电视节目,还有相应数量的音频广播节目和丰富的数据信息,用户只需用 45cm 碟形接收天线和卫星数字电视接收机,便能直接收看卫星转发的电视节目。这是几代广电人的盼望,也是全国广大卫星电视爱好者多年来的等待。为普及卫星直播电视知识,帮助广播电视系统的从业人员和广大卫视爱好者掌握卫星数字电视直播的接收、安装调试与维修技术,作者根据多年的实践经验,并收集参考了有关最新资料,编写了本书。本书力求图文并茂,通俗易懂,并结合常用机型和故障实例,详细介绍了卫星数字电视接收机的常见故障分析与检修方法,使读者能触类旁通、举一反三。

全书共分 6 章,第 1 章介绍了数字电视卫星传输技术;第 2 章介绍了卫星数字电视接收技术;第 3 章介绍了卫星电视接收天线的安装与调试;第 4 章介绍了高频头的选用与维修;第 5 章介绍了卫星数字电视接收机电路的基本组成、工作原理、使用与调试;第 6 章重点介绍了卫星数字电视接收机的故障分析与维修实例。在附录中,收集了数字电视技术常用缩略语中英文对照与我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数,介绍了中国广播卫星规划资源与全国主要城市接收卫星电视节目的方位角、仰角和极化角,供读者参考。

在本书的编写过程中,为随时了解卫星数字电视直播技术的发展动态,作者于 2006 年 3 月参加了第九届“卫视传媒”读者联谊会和 CCBN 展览会,聆听到鑫诺卫星公司总裁程广仁先生关于直播卫星的最新情况和广大卫视发烧友的经验介绍。编写中还查阅并引用了《卫星电视与宽带多媒体》、《电子报》等专业技术刊物上的最新资料,得到了《卫星电视与宽带多媒体》杂志黄序主编及其他卫视发烧友的大力支持,在此表示衷心的感谢。同时,对参考文献的作者

和出版者也一并表示诚挚的谢意。书中提供了许多难得的电路原理图，这些原理图的文字符号没有统一，但与厂家电路图一致，为读者维修设备时提供了方便。

由于作者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者不吝赐教。

电子邮箱：hnyxlw@21cn.com

作 者

2006年8月

目 录

前言

第 1 章 数字电视卫星传输技术	1
1.1 数字电视基础	1
1.1.1 数字电视的有关概念	1
1.1.2 数字电视的优点	6
1.1.3 视频压缩编码	7
1.1.4 音频压缩编码	21
1.1.5 信道编码	26
1.2 卫星广播电视系统简介	31
1.2.1 卫星广播电视概述	31
1.2.2 卫星广播电视系统的组成	32
1.2.3 直播卫星和卫星直播	36
1.2.4 卫星广播波段与频道的划分	38
1.2.5 我国内地第一个卫星直播试验平台	39
1.2.6 亚洲 4 号卫星直播应用情况	48
1.3 卫星数字电视传输标准	49
1.3.1 DVB-S 标准	49
1.3.2 DVB-S2 标准	54
第 2 章 卫星数字电视接收技术	61
2.1 气候与季节对卫星信号的影响	61
2.1.1 雨雾天气对卫星信号的影响	61
2.1.2 星蚀与日凌对卫星信号的影响	61
2.2 卫星的 EIRP 覆盖图及其应用	62
2.2.1 卫星的 EIRP 覆盖图	62
2.2.2 EIRP 覆盖图的应用	63
2.2.3 有关卫星的 EIRP 覆盖图	63
2.3 卫星数字电视接收特点与技巧	68
2.3.1 影响卫星数字电视接收的主要环节	68
2.3.2 单路单载波信号接收特点	69
2.3.3 多路单载波信号接收特点	69
2.3.4 卫星数字电视接收技巧	69
2.3.5 圆极化波的接收	70
2.3.6 一锅多星的接收	73
2.4 卫星数字电视有条件接收技术	78
2.4.1 条件接收系统的有关概念	78
2.4.2 MPEC-2 和 DVB 标准中有关 CAS 的规定	78
2.4.3 条件接收系统的组成和工作原理	79

2.4.4	DVB 条件接收系统的主要技术特点	82
2.4.5	条件接收系统的机卡分离方案	85
2.4.6	中央数字付费电视频道两级条件接收系统简介	87
第3章	卫星电视接收天线的安装与调试	90
3.1	天线的主要技术参数	90
3.1.1	天线的方向性	90
3.1.2	天线的增益	91
3.1.3	天线的噪声温度	91
3.1.4	天线的阻抗与驻波比	92
3.1.5	频带宽度	93
3.1.6	卫星电视接收天线的主要性能要求	93
3.2	抛物面天线	95
3.2.1	前馈式抛物面天线	95
3.2.2	后馈式抛物面天线	96
3.2.3	偏馈式抛物面天线	97
3.2.4	平板天线	98
3.3	天线的馈源与极化	98
3.3.1	天线的馈源	98
3.3.2	天线的极化	101
3.4	卫星电视接收天线的选择	102
3.4.1	选择天线口径	102
3.4.2	选择天线类型	102
3.4.3	其他方面的选择	103
3.4.4	部分天线产品简介	103
3.5	卫星电视接收天线的安装调试与维护	105
3.5.1	卫星地面接收站址和天线安装位置的选择	105
3.5.2	卫星电视接收天线的安装固定	106
3.5.3	天线对星调节和寻星仪的使用	109
3.5.4	卫星电视接收天线的日常维护	115
3.6	卫星电视接收天线的防雷与接地	115
3.6.1	雷电袭击的途径	115
3.6.2	机房的防雷	116
3.6.3	新型防雷技术和方法	117
3.6.4	接地的种类	118
3.6.5	接地装置与接地电阻	119
第4章	高频头	122
4.1	高频头的作用与组成	122
4.2	高频头的种类	123
4.2.1	单极化分体式高频头	123
4.2.2	双极性单本振单输出高频头	123
4.2.3	双极性双本振单输出高频头	124
4.2.4	双极性双本振双输出高频头	124
4.2.5	复合高频头	125

4.3 高频头的主要参数与产品简介	126
4.3.1 高频头的主要参数	126
4.3.2 几种高频头产品的技术参数	127
4.4 高频头的选用	130
4.4.1 选用高频头的基本要求	130
4.4.2 选用 Ku 波段高频头的注意事项	130
4.5 高频头的维护与检修	131
4.5.1 日常维护	131
4.5.2 故障原因的分析与检修	132
4.5.3 维修注意事项	139
第 5 章 卫星数字电视接收机	140
5.1 卫星数字电视接收机的组成与工作原理	140
5.1.1 卫星数字电视接收机的硬件组成	140
5.1.2 卫星数字电视接收机的软件组成	149
5.1.3 Fujitsu 芯片卫星数字电视接收机的组成	150
5.1.4 ST 芯片卫星数字电视接收机的组成	151
5.1.5 LSI 芯片卫星数字电视接收机的组成	151
5.1.6 齐乐达芯片卫星数字电视接收机的组成	152
5.1.7 海尔芯片卫星数字电视接收机的组成	154
5.1.8 卫星数字电视接收机的技术要求	155
5.2 一体化调谐解调器	158
5.2.1 调谐器	158
5.2.2 QPSK 解调器	159
5.2.3 几种一体化调谐解调器简介	162
5.2.4 板载调谐器	166
5.3 单片式解复用与解码器芯片	166
5.3.1 SC2005 芯片	166
5.3.2 MB87L2250 芯片	168
5.3.3 STi5518 芯片	171
5.4 电源电路	173
5.4.1 采用 TOP 系列的开关电源	173
5.4.2 采用 $\times \times 0380R$ 的开关电源	178
5.4.3 采用 TEA1523 系列的开关电源	180
5.4.4 CP78 系列分立元件开关电源	183
5.5 智能卡	185
5.5.1 智能卡简介	185
5.5.2 卡机与免卡机	186
5.6 若干流行机型的整机电路简介	187
5.6.1 雷霆 T430XP 型卫星数字电视接收机	187
5.6.2 CP7883 型卫星数字电视接收机	192
5.6.3 同洲 CDVB3188A/B/C 型卫星数字电视接收机	193
5.6.4 卓异 5518E 型卫星数字电视接收机	196
5.6.5 高斯贝尔 GSR - S80 型卫星数字电视接收机	197

5.7 DVB-S2 卫星数字电视接收机	198
5.7.1 高频头	198
5.7.2 核心芯片	199
5.8 卫星数字电视接收机的使用	200
5.8.1 接收前的准备工作和注意事项	200
5.8.2 卫星数字电视接收机的寻找卫星指示功能	201
5.8.3 卫星数字电视接收机的盲扫功能	207
5.8.4 如何改善卫星数字电视接收机输出的音频质量和图像质量	211
第6章 卫星数字电视接收机的维护与检修	217
6.1 检修的方法与技巧	217
6.1.1 检修的基本方法	217
6.1.2 集成电路的检测方法	219
6.1.3 片状元器件的换取方法	222
6.1.4 一般集成电路的拆卸方法	224
6.2 维护与检修常用仪器和仪表	224
6.2.1 数字式万用表	224
6.2.2 双踪示波器	227
6.2.3 数字频率计	232
6.3 卫星数字电视接收机的常见故障分析与维修	233
6.3.1 卫星电视节目中的马赛克现象和解决方法	233
6.3.2 卫星数字电视接收机死机故障的排除方法	236
6.3.3 九洲 DVS-398 (B) 型卫星数字电视接收机常见故障分析	237
6.3.4 万利达 MDS-300H 型卫星数字电视接收机常见故障分析	239
6.4 卫星数字电视接收机常见故障维修实例	242
6.4.1 电源电路故障维修 38 例	242
6.4.2 有广播与电视伴音, 无图像或图像异常故障维修 9 例	262
6.4.3 电视屏幕图像正常, 但无伴音和广播故障维修 9 例	265
6.4.4 电视屏幕显示“无卫星信号”故障维修 13 例	269
6.4.5 图像出现停顿或马赛克故障维修 5 例	273
6.4.6 电视屏幕无图像或时有时无故障维修 7 例	275
6.4.7 按键失控或遥控器不能操作故障维修 5 例	277
6.4.8 其他故障维修 5 例	278
附录	281
附录 A 数字电视技术常用缩略语中英文对照	281
附录 B 我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数	294
附录 C 中国广播卫星规划资源	298
附录 D 全国主要城市接收卫星电视节目的方位角、仰角和极化角	303
参考文献	326

第 1 章 数字电视卫星传输技术

数字电视利用了先进的数字图像压缩技术、数字信号纠错编码技术和高效的数字信号调制技术等,在处理、传输信号过程中引入的噪波,只要幅度不超过一定的门限,都可以被清除掉;即使有误码,也可利用纠错技术纠正过来。数字电视按其传输途径可分为 3 种:卫星数字电视(DVB-S)、有线数字电视(DVB-C)和地面数字广播电视(DVB-T)。本章在介绍数字电视基础知识后,着重介绍卫星数字电视广播系统的组成。

1.1 数字电视基础

1.1.1 数字电视的有关概念

1. 数字电视

数字电视是指包括节目摄制、编辑、发送、传输、存储、接收和显示等环节全部采用数字处理的全新电视系统。也可以说,数字电视是在信源、信道、信宿三个方面全面实现数字化和数字处理的电视系统。其中电视信号的采集(摄取)、编辑加工、播出发送(发射)属于数字电视的信源,传输和存储属于信道,接收端与显示器件属于信宿。

数字电视采用了超大规模集成电路、计算机、软件、数字通信、数字图像压缩编解码、数字伴音压缩编解码、数字多路复用、信道纠错编码、各种传输信道的调制解调和高清晰显示器等技术,它是继黑白电视和彩色电视之后的第三代电视。

数字电视按其传输视频(活动图像)比特率的大小粗略划分为 3 个等级,即普及型数字电视(PDTV)、标准清晰度数字电视(SDTV)和高清晰度数字电视(HDTV)。普及型数字电视的视频比特率为 1~2Mbit/s,显示清晰度约为 300 线;标准清晰度电视的视频比特率为 3~8Mbit/s,显示清晰度为 350~600 线;高清晰度数字电视采用隔行扫描,视频比特率为 18~20Mbit/s,显示清晰度为 700~1000 线。其中 PDTV 是属于 SDTV 的最低等级,是针对中国国情而专门命名的,美国和欧洲在 SDTV 和 HDTV 之间,都分别有增强清晰度电视(EDTV)。

2. 数字化电视

数字化电视(或者叫数码电视)在现有模拟彩色电视机的电路中采用了多种数字化处理技术、数码 100Hz 扫描技术、3D/5D 数字化图像处理技术、I²C 数字总线技术、数字画中画技术和 NICAM 数字伴音技术等。采用了这些数字处理技术的彩色电视机,获得了更好的图像、声音质量,增加了电视机的功能。从本质上讲,数字化电视仍属于模拟电视的范畴。

数字化电视与模拟电视相比,有如下优点:①采用场频加倍技术,消除了目前 50Hz 场频带来的大面积闪烁感,对眼睛有益;②实现了逐行扫描,去除行间闪烁,提高图像垂直清晰度,可成为计算机的显示器;③采用数字降噪技术,可减轻画面噪点;④采用数字梳状滤波器,使亮度与色度信号完全分离,消除了亮色串扰现象;⑤便于实现画中画、画外画和静

止画面等新功能。

数字化电视与数字电视二者之间的最大区别是，数字化电视接收的是模拟电视信号，无法接收数字电视信号；二者的共同点是，在电视接收部分采用了数字化处理技术。

3. 高清晰度电视

高清晰度数字电视（HDTV）是目前世界上发达国家积极开发应用的高新电视技术，它采用数字信号传输技术，比普通模拟电视信号传输具有更强的抗干扰性能；图像的清晰度显著提高；接收图像的宽高比为 16:9；配合多声道数字伴音，可达到 35mm 宽银幕电影的放映效果。

CCIR（国际无线电咨询委员会，现改名为 ITU）的 801 报告中对 HDTV 的定义是：“高清晰度电视系统的设计，要求使观看者在大约屏面高度的 3 倍距离处能看到或接近看得到清晰细节的程度，达到与视力正常的观看者在看原始景物相同的感受”。报告中以观看距离为屏面高度 3 倍的依据是：根据人眼视觉的空间频率特性（即人眼对单位空间里按黑白顺序排列的不同频率条纹的视觉敏感度）得来的，当空间频率超过一定值后，就感觉不出有明暗条纹的变化，而成了融合在一起的连续亮光，这个上限空间频率就相当于视力，可以用人眼的平均最小分辨角（能分辨出相邻黑白线条所对应的最小视角）来表示，约为 1 分弧度（相当于医学上视力 1.0）。

2005 年 9 月 1 日，中央电视台开办了高清晰度电视频道，并率先在青岛、杭州有线数字电视中播出，使两城市居民在全国率先享受到高清频道服务。我国首个数字高清电视频道——央视“高清影视”频道于 2006 年 1 月正式在全国范围内播出，这也是全球第一个中文数字高清频道。“高清影视”频道是利用高清数字技术制作和播出的付费频道，清晰度可以达到 DVD 的两倍。

4. 有线数字电视

有线数字电视指利用有线电视传输网络，将数字节目源（如果是模拟节目源要先经模拟/数字转换电路变成数字节目源）经过编码调制，送到用户终端的数字解码接收机（又称机顶盒）。数字解码接收机可输出视频、音频信号，也可输出射频信号供现有的模拟电视机收看。

国家广播电影电视总局 2003 年制定了我国的数字电视发展规划：到 2005 年我国有线数字电视用户超过 3000 万户，全国 1/4 的电视台将发射和传输数字电视信号，2006 年将启动直播卫星业务；2010 年，全国将全面实现数字广播电视；东部相对发达地区将普及数字电视；2015 年，全国将停止模拟广播电视的播出。

2003 年 5 月，国家广播电影电视总局发布了《我国有线电视向数字化过渡时间表》，按照东部、中部、西部 3 个区域，分 2005 年、2008 年、2010 年、2015 年 4 个阶段全面实现有线电视数字化。即到 2005 年，直辖市、东部地区（包括广东、福建、江苏、浙江、山东）的地（市）以上城市、中部地区（包括湖南、湖北、海南、四川、安徽、江西、广西、河南、河北、山西、陕西、辽宁、吉林、黑龙江）的省会市和部分地（市）级城市、西部地区（包括新疆、西藏、青海、宁夏、甘肃、内蒙古、云南、贵州）的部分省会市的有线电视完成向数字化过渡；到 2008 年，东部地区县以上城市、中部地区地（市）级城市和大部分县级城市、西部地区部分地（市）级以上城市和少数县级城市的有线电视基本完成向数字化过渡；到 2010 年，中部地区县级城市、西部地区大部分县以上城市的有线电视基本完成向数字化过渡；到 2015 年，西部地区县级城市的有线电视基本完成向数字化过渡。采取分区分

片整体平移的过渡办法。在一个 HFC 有线电视网中,以最后一级光节点为单位整体向数字平移,即在最后一级光节点所带用户每户至少配置一个机顶盒后,可以在该光节点关闭模拟信号。以此类推,当所有光节点都关闭模拟信号后,整个有线电视网就可以停止传送模拟信号。对于还未进行光缆改造的有线电视网,要求先进行光缆改造再向数字化过渡。

国家广电总局 2005 年 9 月底在太原召开“全国城市有线电视数字化试点工作现场会”,广电总局副局长张海涛曾表示,全国各试点城市 and 单位已从过去的等待观望转变为实际行动,北京、重庆、天津、广州、珠海等城市已经启动整体转换工作,包头、遵义等中西部地区城市也进入了整体转换的阶段。与此同时,一些省份开始行动起来,山西、广西、湖南、广东等省区已举行了物价听证会或者正在进行物价听证。广西于 2005 年 10 月在南宁、梧州开始进行整体转换试点,2006 年将在全区市地城市推开。“有线电视数字化推进工作已从过去青岛、佛山、杭州几个点向面上发展,从东部向西部延伸。”

2005 年 10 月 15 日,国家广播电影电视总局在青岛市举行青岛有线电视数字化整体转换竣工仪式,这标志着青岛成为全国第一个完成有线电视数字化整体转换的城市。整体转换完成后,青岛有线数字电视陆续推出的多项新业务将包括高清晰度电视、专业付费频道,以及电视商务、电视短信、电视游戏等。

目前,超过 60 万户的青岛市民家中,电视机已经成为集广播电视、电子商务、生活信息、文化教育于一体的家庭多媒体信息服务终端。用户在家中可以收看到 50 多套电视节目,收听 16 套数字广播节目,点播每日更新的电视新闻和影视剧。

5. 付费电视

付费电视不同于现有的基本公益电视。它以满足人民群众个性化、多样化、多层次的文化需求为根本目的,以频道专业化、对象化为重要标志,以收取用户服务费用为主要盈利方式。也就是说,它利用加密技术限制未付费的用户收看,只有付费的用户才可坐在家中点播自己想看到的电视节目。付费电视在国外已经存在 20 多年,我国于 2003 年 9 月 1 日开始试播付费电视。到 2006 年 6 月底,经国家广电总局批准的付费电视频道已达 121 套,已开播 94 套。

与公益电视不同,付费电视属于市场行为。收看付费电视必须具备两个条件。一是有老百姓愿意付费收看的节目内容,二是要有能够实施用户管理的数字电视机顶盒。据调查现在有 70% 的有线电视用户能够接受付费电视。

现在很多西方国家的数字电视业务都在做按次付费 (IPPV),用户将购买的储值卡插在机顶盒上就可以看付费电视节目,拔掉就看不到了。现在新的方式是,足球频道是足球的卡,电影频道是电影的卡,用这种储值卡概念在欧洲经营这方面的业务。用这种方式,不仅降低了管理成本,就是对每个用户管理的成本,而且对节目业务经营也是一个非常灵活的方式,解决了多个运营商面对一个机顶盒的问题。

6. 模拟信号数字化

模拟信号数字化要经过取样、量化、编码 3 个过程,形成二进制数字信号,这 3 个过程总称为脉冲编码调制 (PCM),如图 1-1 所示。

取样是在时间上将模拟信号离散化。其方法是采用脉冲幅度调制,即用模拟信号对一串等幅脉冲进行幅度调制,将模拟信号变成幅度与其相似的一系列脉冲,两脉冲的间隔称为取

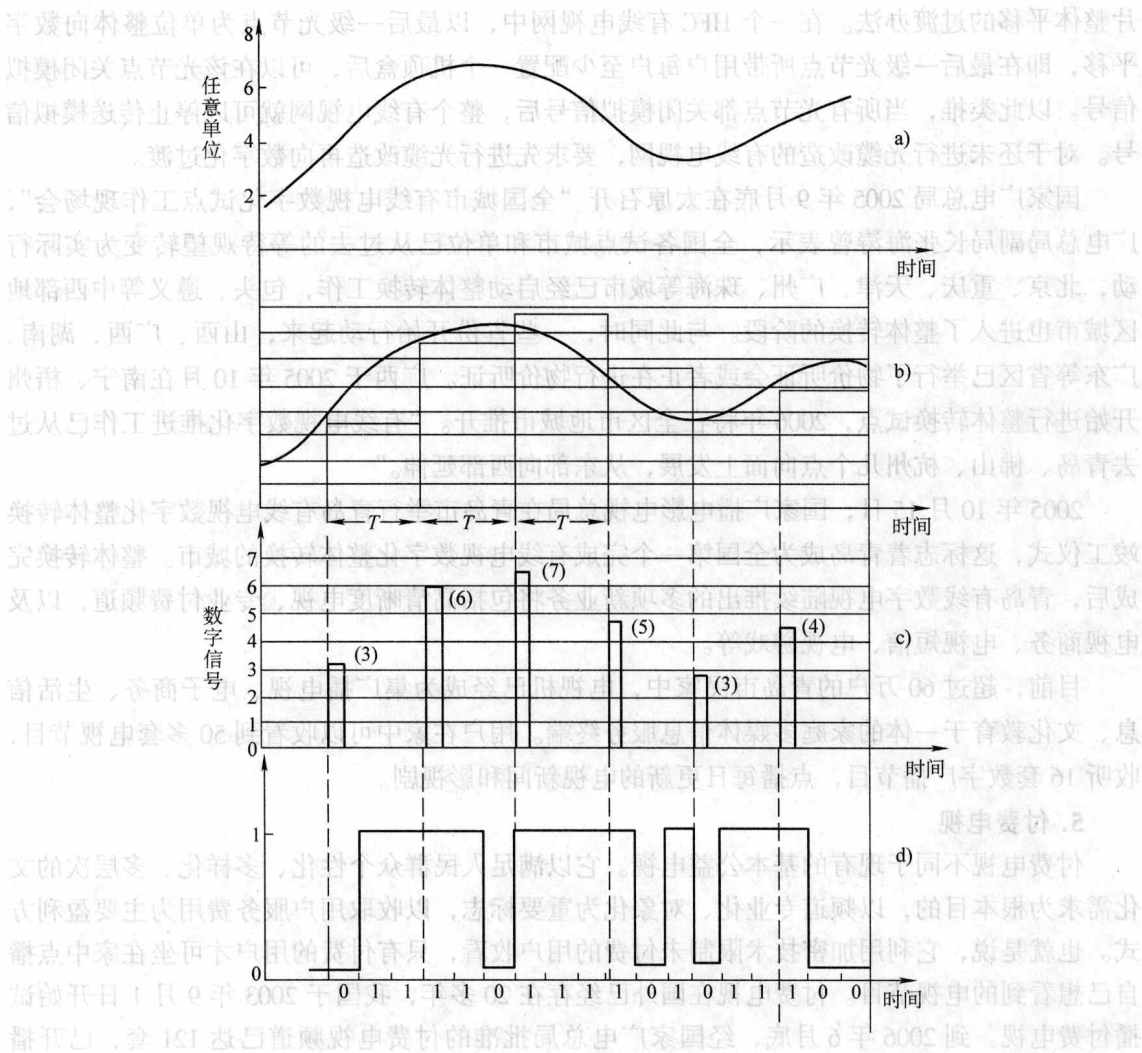


图 1-1 模拟信号数字化过程

样时间间隔 T_s ，脉冲的重复频率称为取样频率。为了保证取样精度，通常取样脉冲宽度 τ 应远少于取样间隔 T_s ，取样频率应大于或等于 2 倍模拟信号的最高频率，这就是通常所说的取样定理（即奈奎斯特定理）。1982 年国际无线电咨询委员会（CCIR）通过了第一个关于演播室彩色电视信号数字编码的建议，即 601 号建议书，规定亮度信号取样频率为 13.5MHz。两个色差信号取样频率为 6.75MHz。

量化是在幅度上将模拟信号变为离散值的数字信号，通常将一组连续的幅度值四舍五入转化为一组有限的量化电平。量化电平一般用一个二进制来表示。由于量化时把某一幅值范围的信号都用某一中间电平表示，显然量化输出电平与原取样值存在误差，这个误差电压会在接收端恢复图像的画面上出现颗粒状的细斑，称为颗粒噪声或量化噪声。量化噪声是量化过程中带来的，但量化分级越密，即量化比特数越高，量化误差越小，恢复图像的信噪比越高。理论分析证明，若量化是均匀的，信噪比 C/N (dB) 与量化比特数 n 的关系为

$$C/N \approx 10.8 + 6.02n$$

将模拟信号数字化的第三步是编码。经过取样、量化后，模拟信号已经变成了离散的脉冲序列，但量化输出的信号是用十进制表示的离散量化电平。为了发挥数字通信的优点，必须将要传输十进制量化电平转换成二进制量化电平，即用 n bit 二进制码表示已经量化电平值。例如，一个二进制码 110，是 3bit 的二进制码，代表十进制量化电平 6。

7. 信源编码

信源编码就是在原始图像信号中移去自然存在的冗余度，以达到用尽可能少的数码来有效地表示图像信号，从而降低码率，压缩频带。所以，信源编码又称压缩编码。由 PCM 形成的数字图像信号是离散的信号，但由于图像信号具有很强的相关性，因而由原始图像信号的抽样值作为信源必定存在时间或空间的冗余度。所以，在数字电视中必须先进行信源编码。一般来讲，信源编码分为无损编码和有损编码。

无损编码往往称为熵编码。信源的熵是由一些离散、无记忆信源产生的一个符号的统计平均信息量，其单位为“比特/符号”。熵编码又称为变字长统计编码，它利用信息源产生的统计性质，对经常出现的符号应用短码，对不常出现的符号应用长码，从而避免造成图像损伤。有损编码根据人的视觉特性，对肉眼能看见的信息进行编码，从而有效地减少了信源的冗余度。例如，人眼对图像的细节分辨率、运动分辨率、对比度分辨率的要求都有一定的限度，而且对图像的某种分辨率要求很高时，对其他分辨率则降低了要求。利用这一特点，可在不损伤图像主观质量的条件下压缩数码率，也就是用客观失真换取数码率压缩。

图像的信源编码还可分为帧内编码和帧间编码。帧内编码主要是去除空间的冗余度，常用于静止图像压缩编码，或用于活动图像编码的第一帧。帧间编码可同时去除空间域和时间域的冗余度，常用来编码一个图像序列中连续且相似的若干帧。

8. 信道编码

信道编码的实质是提高信息传输的可靠性，或者说增加整个系统的抗干扰能力。对信道编码的要求主要有两条：一是要求编码器输出码流的频谱特性适应信道的频谱特性，从而使传输过程中能量损失最小，提高信道能量与噪声能量的比例，减小发生差错的可能性；二是增强纠错能力，使得即使出现差错，也能得以纠正。前者要用到频谱成形技术，即合理地选择和设计数字信号的码型，使数字信号的频谱特性适应传输通道的频谱特性，后者则要用到差错控制技术，这是信道编码的主要内容。

信道编码又称差错控制编码或称纠错编码，其基本原理是为了使信源具有检错和纠错能力，按一定的规则在信源编码的基础上增加一些冗余码元（又称监督码元），使这些冗余码元与被传信息码元之间建立一定的关系，发送端完成这个任务的过程就称为纠错编码。在接收端，根据信息码元与监督码元的特定关系实现检错（发现错误码元）和纠错，输出原信息码元，完成这个任务的过程就称纠错解码。

9. 数字电视广播的国际标准

目前数字电视标准有 3 种：美国的 ATSC、欧洲的 DVB 和日本的 ISDB，其中前两种标准用得较为广泛，特别是 DVB 已逐渐成为世界数字电视的主流标准。

(1) ATSC 标准

ATSC 是美国高级电视系统委员会的简称，于 1995 年经美国联邦通信委员会正式批准作为美国的高级电视（ATV）国家标准。ATSC 标准规定了一个在 6MHz 带宽内传输高质量的视频、音频和辅助数据的系统，在地面广播信道中可靠地传输约 19Mbit/s 的数字信息，在有线

电视频道中可靠传输 38Mbit/s 的数字信息,使该系统能提供的分辨率达常规电视的 5 倍之多。ATSC 被加拿大、韩国、阿根廷、中国台湾地区和墨西哥采用,亚洲和中北美洲的许多国家也正在考虑使用。

(2) DVB 标准

DVB 即数字视频广播,是欧洲广播联盟组织的一个项目。目前已有 220 多个组织参加。DVB 项目的主要目标是找到某一种对所有传输媒体都适用的数字电视技术和系统。因此,它的设计原则是使系统能够灵活地传送 MPEG-2 视频、音频和其他数据信息,使用统一的 MPEG-2 传送比特流复用,使用统一的服务信息系统,使用统一的加扰系统(可有不同的加密方式),使用统一的 RS 前向纠错系统,最终形成一个统一的数字电视系统。不同传输媒体可选用不同的调制方式和通道编码方法,其中,DVB-S 采用 QPSK,DVB-C 采用 QAM,DVB-T 采用 COFDM。所有的 DVB 系列标准完全兼容 MPEG-2 标准,同时制定了解码器公共接口标准、支持条件接收和提供数据广播系统等特性。目前,DVB 已经扩展到欧洲以外的国家和地区,世界上现有 30 个国家、200 多家电视台开始了 DVB 各种广播业务,100 多个厂家生产符合 DVB 标准的设备。欧洲的 DVB 重点放在 SDTV,其 COFDM 制式的地面广播正在欧洲各国陆续开播。卫星的 MPEG-2/DVB-S 广播已于 1996 年开播。

DVB 是一个系列标准。各标准在视频音频编码方案和系统复接方案上是一致的,都符合 MPEG-2 标准,区别主要在于传输系统采用不同的方案,分别适用于不同的传输媒介和应用环境。

(3) ISDB 标准

日本数字电视 ISDB 标准于 1993 年 9 月制定。其核心内容包括既传数字电视节目,又传其他数据的综合业务服务系统:视频编码、音频编码、系统复用均遵循 MPEG-2 标准,传输信道以卫星为主。迫于欧洲和美国的发展形势,已将原定于 2005 年才开始数字电视广播的计划改为 2000 年开始,并提出了 ISDB-T 制式。使数字电视地面广播再次出现三大制式并存的局面。

ATSC 和 DVB 标准在信道的传输方式、数字音频压缩标准和节目信息表上都有所差别。同时美国 ATSC 标准关注的是 UHF 和 VHF 频道的数字地面 HDTV,在 6MHz 信道内只提供 19.3Mbit/s 的固定码率,而欧洲 DVB 以单一系统方式针对 SDTV 和 HDTV。可用于所有广播媒体。在设计上码率可变,在 8MHz 内可选择 4.9~31.7Mbit/s 不同的传输码率,在支持条件接收方面,ATSC 还没有进行相应的工作。

上述三个标准的比较:

在传输方面,美国首先考虑的是地面广播信道,而欧洲和日本考虑卫星信道。

在图像规格方面,美国考虑地面广播 HDTV,欧洲强调图像可分级性,日本强调多种数字业务集成,不只传一种 HDTV 信号。

在数字调制方式方面,美国地面广播采用 8-VSB 或 16-VSB,欧洲和日本地面广播采用 COFDM。而有线广播均采用 QAM,卫星广播均采用 QPSK。

在音、视频编码复用方面,除美国采用 AC-3 外,其余均采用 MPEG-2。

1.1.2 数字电视的优点

与模拟电视相比,数字电视有如下优点。

1. 图像传输质量较高, 距离远

模拟电视图像信号在传输过程中, 要受到传输信道特性(幅频特性、微分增益、微分相位特性)和噪声干扰等的影响, 质量不高, 同时经过多次转换传输, 通道特性和噪声干扰等影响会积累, 导致图像质量的进一步下降, 而这些影响对于数字电视信号来说有些是不存在的。数字电视信号在传输过程中, 多次中继(或复制)后不会发生干扰和噪声的积累, 同时可采用纠错编码技术, 提高抗干扰能力。所以, 数字电视在传输中保持信噪比基本不变, 收端图像质量基本保持与发端一致, 且传输距离不受限制。

2. 频谱资源利用率高

频谱资源是重要的国家资源, 模拟电视的频谱资源有限, 一套模拟电视节目要占用 36MHz 带宽的卫星转发器, 占用 8MHz 的地面电视广播和有线电视频带。而数字电视采用压缩编码技术, 在 36MHz 的卫星转发器中传送 5 套 SDTV 节目, 显示清晰度约为 400 线, 在一个 8MHz 频道内传送 4 套以上的 SDTV 节目。

3. 提供全新的业务, 实现高速数据传输

在数字电视通信中可以互不干扰地同时传送文字、数据、语音、静止图像等多种数字信息。数字电视网可与电脑网、电信网互连互通, 不仅使信息源更为丰富, 而且可以增加用户与各种信息源之间交互性, 实现用户自由点播节目、电子商务、网上购物、网上教学、网上医疗、网上游戏等多种高速数据业务。(在 8MHz 带宽内采用 64QAM 调制, 可以传输的数据速率约为 32~38Mbit/s)。

4. 信号稳定可靠, 设备维护、使用简单

模拟电视信号数字化后, 信号以二进制码的形式出现, 它只有 0 和 1 两种状态, 二进制数字信号不受电源波动和器件非线性影响, 所以信号能保持稳定、可靠。处理数字信号可采用大规模集成电路, 可降低设备的功耗, 减少体积, 提高设备的可靠性。同时数字化设备不需调节, 维护简单, 使用方便。

5. 节省发送功率, 覆盖范围广

数字电视发射设备在相同覆盖服务区所需平均功率, 比模拟电视发射设备的峰值功率要低一个数量级。例如, 模拟 MMDS 的接收电平最低为 56dB。而数字 MMDS 在 64QAM 调制下接收电平仅为 39dB。所以, 数字电视发射设备的覆盖范围比模拟电视相同功率的发射设备的覆盖范围大几倍。

6. 灵活友好的人机界面

灵活和实用的人机交互界面, 便于普通群众操作。除显示设备外, 容易系统集成而大规模生产, 价格低廉, 便于推广普及。

7. 易于实现条件接收

数字电视信号容易进行加密/加扰, 有利于信息安全, 便于实现付费电视、视频点播和交互式电视。

因此, 技术上先进的数字电视系统, 必然会取代模拟电视系统(但不是取消模拟电视技术)。

1.1.3 视频压缩编码

为了提高传输效率, 一般将数字化的视频信号先进行压缩编码, 从数字视频信号中移去自然存在的冗余度, 尽量减少图像各符号的相关性, 提高图像的传输效率。就好像将牛奶中

的水分去掉制成奶粉，在需要时将水倒进去又做成牛奶一样，在接收端则通过解码将图像信号恢复。

1. 视频信号压缩的可能性

视频信号可以压缩的根据主要有两点：一是视频信号中存在大量的冗余度可供压缩，包括图像结构和编码统计方面的冗余度，这种冗余度在解码后可不失真地恢复；另一点是利用人的视觉特性，通过减少表示视频信号的精度，以一定的客观失真换取视频数据压缩。

视频信号结构上的冗余度表现为很强的空间（帧内的）和时间（帧间的）相关性，如图 1-2、图 1-3 所示。一幅图像在不同行、不同场、不同像素之间存在着许多相同的信息可供压缩。一般情况下，电视画面中的大部分区域信号变化缓慢，尤其是背景部分几乎不变，正如观看电影胶卷，可以发现连续几十张画面变化甚小。据统计，不同类型的彩色电视节目，在一帧时间内，亮度信号平均只有 7.5% 的像素有变化。而色度信号平均只有 6.5% 的像素有变化。这样就有大量的时间或空间的冗余信息可进行压缩。



图 1-2 图像的空间相关冗余

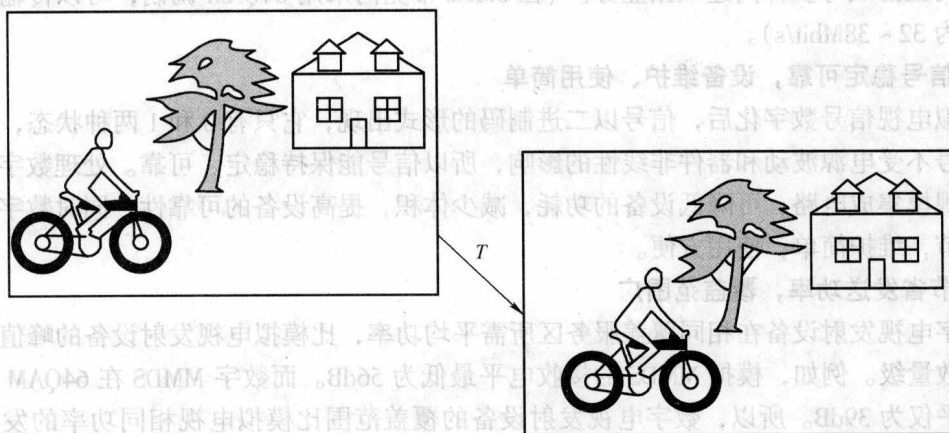


图 1-3 图像的时间相关冗余

视频信号在编码过程中，被编码视频信号的概率密度分布是不均匀。例如，在预测编码中，需要编码的信号是预测误差信号 E ，而这种预测误差信号的概率 $P(E)$ 高度集中分布在 0 附近，形成如图 1-4 所示的概率分布曲线。对这种极不均匀的概率分布的信息，可采用变字长编码，即出现概率低、预测误差大的用长码，出现概率高、预测误差信号为 0 或小误差的用短码。这样总的平均码长要比用固定码长编码短得多，可消除编码信息所含的统计冗余度。

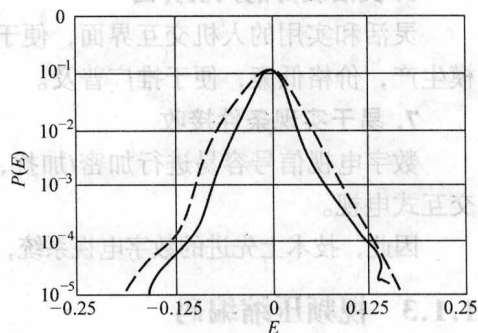


图 1-4 预测误差信号概率分布曲线