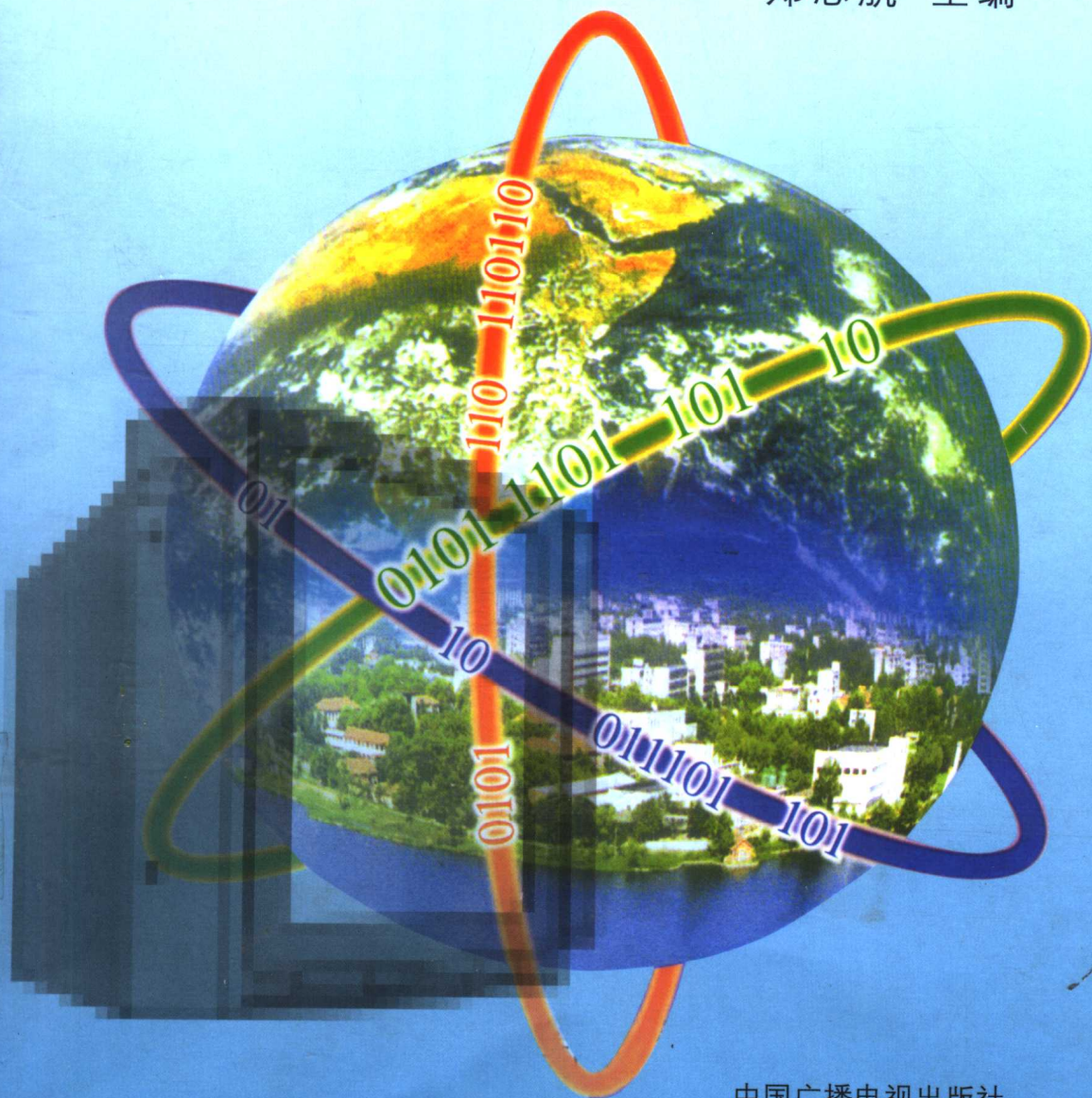


# 数字电视原理 与应用

SHUZIDIANSHIYUANLI  
YUYINYONG

郑志航 主编



中国广播电视出版社

# 数字电视原理与应用

郑志航 主编

---

作 者

郑志航 惠新标 叶 楠

中国广播电视出版社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

数字电视原理与应用/郑志航主编. —北京: 中国  
广播电视出版社, 2000.12

ISBN 7-5043-3575-4

I. 数… II. 郑… III. 数字电视-概论  
IV. TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53168 号

### 数字电视原理与应用

主 编:	郑志航
责任编辑:	王本玉
装帧设计:	郭运娟
责任校对:	陈丹桦
监 印:	张 杰
出版发行:	中国广播电视出版社
电 话:	66093580 66093583
社 址:	北京复外大街 2 号(邮政编码 100866)
经 销:	全国各地新华书店
印 刷:	河北省涿州市海洋印刷厂
开 本:	787×1092 毫米 1/16
字 数:	470 (千) 字
印 张:	21
版 次:	2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷
书 号:	ISBN 7-5043-3575-4/TN·238
定 价:	36.00 元

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

## 前 言

数字电视已经走出实验室，开始产业化，有的国家已正式开播。美国要在 2006 年之前实现电视全部数字化；欧洲制定的 DVB 标准正在世界上许多国家推广；日本也不得不放弃广播了多年的模拟制 HDTV，走向全数字化。

我国在国庆 50 周年庆典上用自行研制的高清晰度电视功能样机成功地进行了实况转播，目前正在制定我国的数字电视标准并做好产业化准备。数字电视正在向大众走来。

我们于 1997 年 1 月出版了《全数字高清晰度电视和 DVB》一书，由于书印得比较少，此书很快就卖完了。出版社的王本玉主任建议我们再版或另写一本。考虑到我们有了大量的教学实践，数字电视的发展又有许多新的内容，决定写这本新书，书名是《数字电视原理与应用》。数字电视当然包含高清晰度电视。

本书的第十章和第十三章是由上海广播科学研究所惠新标博士新写的，第十二章由上海交通大学电子系叶楠博士新写的，本书第八章和第十一章是由郑志航教授新写的，从第一章到第七章以及第九章由郑志航教授作了修正、补充。本书大量的插图主要由郑绛梅女士帮助绘制，在此表示感谢。

我们希望这本书对于想了解、掌握数字电视技术的读者会有所帮助。我们诚恳地欢迎读者对本书的批评和建议。

## 内 容 提 要

本书共分十三章，系统地介绍了数字电视的压缩编码、复用、调制和信道编码的原理，详细地介绍了美国、欧洲和日本提出的数字电视标准，介绍了条件接收、利用数字电视频道传送数据、数字电视接收等专题内容。

该书是作者在1997年1月出版的《全数字高清晰度电视和DVB》一书的基础上重新编写而成的，新增加的内容占全书一半篇幅，这是一本电视发展前沿新技术图书。

该书图文并茂，书中有280多幅插图。适合通信、广播、计算机应用类专业的本科生、研究生作为教材，也适合作为广播电视系统和相关企业的高、中级技术人员了解和掌握数字电视的参考书。

DAC 36/08

# 目 录

绪论 .....	( 1 )
<b>第 1 章 电视的发展 .....</b>	<b>( 7 )</b>
1.1 黑白电视的原理 .....	( 7 )
1.2 彩色电视的原理 .....	( 13 )
1.2.1 三基色原理 .....	( 13 )
1.2.2 亮度信号和色差信号 .....	( 14 )
1.2.3 色度信号频带压缩与频谱交错原理 .....	( 14 )
1.3 模拟电视系统存在的缺陷 .....	( 17 )
1.3.1 总体上的缺陷 .....	( 17 )
1.3.2 隔行缺陷 .....	( 18 )
1.3.3 其他各种缺陷 .....	( 19 )
1.4 从模拟电视走向数字电视 .....	( 20 )
1.5 从普通清晰度电视走向高清晰度电视 .....	( 21 )
1.6 数字电视广播链 .....	( 22 )
<b>第 2 章 人眼视觉和电视标准 .....</b>	<b>( 23 )</b>
2.1 视角和临场感 .....	( 23 )
2.2 垂直细节和观看距离 .....	( 23 )
2.3 水平细节、图像宽度和视频带宽 .....	( 25 )
2.4 利用人眼的视觉特性进行图像压缩编码的原理 .....	( 27 )
2.5 视觉的时间因素 .....	( 29 )
<b>第 3 章 电视信号的取样、谱和滤波 .....</b>	<b>( 31 )</b>
3.1 电视信号的空间谱 .....	( 31 )
3.2 电视信号的垂直和场-时间分析 .....	( 33 )
3.3 电视信号的抽选和内插 .....	( 35 )
3.4 取样频率和取样结构 .....	( 40 )
3.5 亮色信号组合和时间基准 .....	( 40 )

<b>第 4 章 数字图像压缩编码原理和 JPEG 及 H.261 算法</b> ·····	( 45 )
4.1 引言 ·····	( 45 )
4.2 帧内编码 ·····	( 46 )
4.2.1 变换编码的选择 ·····	( 46 )
4.2.2 幅度量化 ·····	( 51 )
4.2.3 码字分配 ·····	( 53 )
4.3 JPEG 算法 ·····	( 55 )
4.4 预测编码 ·····	( 62 )
4.4.1 相关压缩原理 ·····	( 62 )
4.4.2 预测编码的实现 ·····	( 63 )
4.5 帧间预测编码 ·····	( 65 )
4.5.1 帧间预测编码原理 ·····	( 65 )
4.5.2 以块 / 像素为基础的运动估计 ·····	( 66 )
4.5.3 怎样衡量匹配的好坏 ·····	( 66 )
4.5.4 如何得到最佳匹配 ·····	( 67 )
4.5.5 运动估计中存在的几个问题 ·····	( 68 )
4.5.6 运动补偿 ·····	( 68 )
4.6 H.261 标准 ·····	( 69 )
4.6.1 图像格式 ·····	( 69 )
4.6.2 H.261 编码算法 ·····	( 70 )
4.6.3 视频数据缓冲 ·····	( 71 )
<b>第 5 章 MPEG 算法标准 (一)</b> ·····	( 73 )
5.1 概述 ·····	( 73 )
5.1.1 MPEG 标准的制定 ·····	( 73 )
5.1.2 MPEG 的应用情况 ·····	( 74 )
5.2 MPEG 视频码流的结构 ·····	( 74 )
5.2.1 图像序列 ·····	( 74 )
5.2.2 图像组 ·····	( 75 )
5.2.3 图像 ·····	( 75 )
5.2.4 宏块条 ·····	( 75 )
5.2.5 宏块 ·····	( 75 )
5.2.6 块 ·····	( 76 )
5.3 MPEG 标准中的三种类型图像 ·····	( 76 )
5.3.1 I 帧、P 帧和 B 帧 ·····	( 76 )
5.3.2 B 帧的生成 ·····	( 78 )
5.3.3 视频码流的组成 ·····	( 78 )

---

5.4 MPEG-1 的视频部分 .....	( 79 )
5.4.1 编码器原理框图 .....	( 79 )
5.4.2 解码器原理框图 .....	( 80 )
5.5 MPEG-1 的“系统”部分 .....	( 83 )
5.5.1 ISO11172 码流的大包和小包 .....	( 84 )
5.5.2 系统目标解码器 .....	( 85 )
5.5.3 同步和时间标志 .....	( 87 )
<b>第 6 章 MPEG 算法标准 (二)</b> .....	( 93 )
6.1 概述 .....	( 93 )
6.1.1 MPEG-1 和 MPEG-2 .....	( 93 )
6.1.2 MPEG-2 的型和级 .....	( 93 )
6.2 图像压缩层 .....	( 95 )
6.2.1 视频码流的语法 .....	( 95 )
6.2.2 MPEG-2 解码器 .....	( 98 )
6.2.3 基于场或基于帧的 DCT 编码 .....	( 100 )
6.2.4 四种图像预测和运动补偿方式 .....	( 101 )
6.2.5 分级和兼容 .....	( 104 )
6.2.6 码率控制 .....	( 107 )
6.2.7 误码修补技术 .....	( 110 )
6.3 MPEG-2 的系统传输层 .....	( 112 )
6.3.1 PES 的组成 .....	( 113 )
6.3.2 传输包 .....	( 114 )
6.3.3 双层复用 .....	( 116 )
6.3.4 传输码流的系统目标解码器 (T-STD) .....	( 118 )
6.4 统计复用 .....	( 120 )
6.5 MPEG-2 解码集成电路 .....	( 123 )
6.5.1 解码控制模块 .....	( 123 )
6.5.2 变长码解码模块 .....	( 124 )
6.5.3 反量化模块 .....	( 124 )
6.5.4 IDCT 模块 .....	( 126 )
6.5.5 运动补偿模块 .....	( 126 )
6.5.6 输入输出控制模块 .....	( 127 )
<b>第 7 章 数字声编解码技术</b> .....	( 128 )
7.1 概述 .....	( 128 )
7.2 声心理学因素 .....	( 129 )
7.3 分析/综合滤波器组 .....	( 133 )



7.4	MUSICAM 系统 .....	(138)
7.4.1	MUSICAM 算法原理 .....	(138)
7.4.2	MUSICAM 编码器的组成 .....	(139)
7.4.3	MUSICAM 解码算法 .....	(152)
7.4.4	多信道音频编码 .....	(154)
7.4.5	MPEG 音频的新发展 .....	(154)
7.5	数字音频压缩 DOLBY AC-3 标准 .....	(156)
7.5.1	AC-3 同步帧 .....	(157)
7.5.2	AC-3 编解码技术 .....	(157)
<b>第 8 章</b>	<b>调制与信道编码 .....</b>	<b>(163)</b>
8.1	数字基带信号的波形和接收 .....	(164)
8.2	信道中信号的衰落和干扰 .....	(167)
8.2.1	路径损耗 .....	(167)
8.2.2	阴影衰落 .....	(167)
8.2.3	多径衰落 .....	(167)
8.2.4	平坦衰落和频率选择性衰落 .....	(169)
8.2.5	由多普勒扩展引起的衰落 .....	(169)
8.2.6	干扰 .....	(169)
8.3	调制技术 .....	(170)
8.3.1	QAM 正交幅度调制技术 .....	(170)
8.3.2	VSB 残留边带调制技术 .....	(171)
8.3.3	两种调制方法的比较 .....	(172)
8.3.4	单载波系统和多载波系统 .....	(173)
8.4	信道编码 .....	(176)
8.4.1	级链编码系统 .....	(177)
8.4.2	卷积编码 .....	(177)
8.4.3	维特比 (Viterbi) 算法 .....	(179)
8.4.4	RS 码 .....	(181)
8.4.5	交织技术 .....	(184)
8.5	C/N 和 BER 的测试 .....	(185)
8.5.1	BER .....	(186)
8.5.2	信号功率 .....	(186)
8.5.3	噪声功率 .....	(186)
8.5.4	C/N 阈值 .....	(186)
<b>第 9 章</b>	<b>美国的 ATSC 标准 .....</b>	<b>(188)</b>
9.1	概述 .....	(188)

---

9.2 系统综述 .....	(192)
9.3 ATSC 的扫描格式和分辨率 .....	(194)
9.4 ATSC 的视频压缩子系统 .....	(196)
9.5 ATSC 的传输子系统 .....	(198)
9.5.1 ATSC 采用固定长度包 .....	(198)
9.5.2 传输子系统的功能和地位 .....	(199)
9.5.3 传输子系统输出性能 .....	(199)
9.5.4 MPEG-2 和 ATM 的互操作性 .....	(199)
9.6 ATSC 的射频/发送子系统特性 .....	(202)
9.6.1 综述 .....	(202)
9.6.2 数据随机化器和去随机化器 .....	(206)
9.6.3 ATSC 中采用的 RS 码 .....	(206)
9.6.4 交织器和去交织器 .....	(206)
9.6.5 格状编码 .....	(208)
9.6.6 同步信息 .....	(212)
9.6.7 导频信号的插入和载波恢复 .....	(214)
9.6.8 VSB 调制器 .....	(215)
9.6.9 上变频和射频载波偏置 .....	(217)
9.7 ATSC 接收机部分电路 .....	(218)
9.7.1 调谐器 .....	(218)
9.7.2 干扰抑制滤波器 .....	(219)
9.7.3 信道均衡器 .....	(221)
9.7.4 自适应视频误码掩盖策略 .....	(228)
9.8 ATSC 系统可应用于多种业务 .....	(228)
9.8.1 视频压缩子系统处理多个业务 .....	(229)
9.8.2 音频压缩子系统处理多个业务 .....	(230)
9.8.3 传输子系统传送多个业务 .....	(230)
9.8.4 发送子系统发送多个业务 .....	(232)
9.8.5 消费者的接收机 .....	(233)
9.9 ATSC 在美国国内和国际都面临挑战 .....	(234)
<b>第 10 章 欧洲的 DVB 标准和日本的 ISDB-T .....</b>	<b>(236)</b>
10.1 DVB 标准的分类 .....	(236)
10.2 DVB 基带处理 .....	(237)
10.3 DVB 传输标准 .....	(239)
10.3.1 DVB-S .....	(239)
10.3.2 DVB-C .....	(244)
10.3.3 COFDM .....	(246)

10.3.4	DVB-T .....	(249)
10.3.5	单频网.....	(255)
10.4	DVB 接口标准 .....	(257)
10.4.1	DVB 设备接口 .....	(257)
10.4.2	DVB 公共接口 .....	(259)
10.4.3	DVB 中传输 ATM 包的接口 .....	(261)
10.4.4	DVB SDH /PDH 接口 .....	(262)
10.5	ISDB-T 地面广播标准 .....	(262)
10.5.1	ISDB-T 概述 .....	(263)
10.5.2	ISDB-T 复用 .....	(265)
10.5.3	ISDB-T 信道编码 .....	(265)
10.5.4	ISDB-T 调制 .....	(267)
10.5.5	ISDB-T 传输与复用配置控制 .....	(269)
<b>第 11 章</b>	<b>数字电视的条件接收</b> .....	(271)
11.1	条件接收系统的意义和要求.....	(271)
11.2	条件接收系统.....	(271)
11.2.1	加扰和解扰.....	(271)
11.2.2	控制字加密.....	(273)
11.2.3	授权密钥的加密.....	(273)
11.3	加密算法.....	(274)
11.3.1	DES (Data Encryption Standard) .....	(274)
11.3.2	RSA 加密算法 .....	(277)
11.3.3	两种加密体制的比较.....	(279)
11.4	数字电视传送系统如何支持条件接收.....	(280)
11.5	智能卡 (SMART CARD) .....	(281)
<b>第 12 章</b>	<b>利用数字电视信道传送数据</b> .....	(283)
12.1	数据广播.....	(283)
12.1.1	DSM CC 协议.....	(285)
12.1.2	DVB 数据广播系统 .....	(287)
12.1.3	ATSC 数据广播简介 .....	(297)
12.2	交互数据服务.....	(299)
12.2.1	混合光纤同轴电缆网简介.....	(299)
12.2.2	DOCSIS 标准和 802.14 标准 .....	(301)
12.3	小结.....	(304)
<b>第 13 章</b>	<b>数字电视的接收</b> .....	(306)

---

• 13.1 服务信息·····	(306)
13.1.1 MPEG 的 PSI ·····	(307)
13.1.2 DVB 的 SI ·····	(310)
13.1.3 电子节目指南·····	(313)
13.2 机顶盒·····	(314)
13.2.1 多媒体家庭平台·····	(316)
13.2.2 Open TV 的方案 ·····	(318)
13.2.3 PowerTV 的方案 ·····	(319)

# 绪 论

## 1. 什么是高清晰度电视

高清晰度电视的英文名称是 High Definition Television, 简称 HDTV。CCIR\* (国际无线电咨询委员会) 的 801 报告中是这样说的: “高清晰度电视系统的设计要求是使观看者在图像高度的大约 3 倍距离处能看到或接近看得清楚细节的程度, 达到视力正常的观看者在看原始景物中相同的感受。”这就意味着, HDTV 和现在的电视制式相比应达到下列标准: (1) 垂直和空间分解力各提高一倍; (2) 改善重现的彩色; (3) 色信号和亮度信号分离; (4) 宽屏幕, 提高宽高比; (5) CD 质量的立体声; (6) 改进提高时域分解力。

## 2. 国际上研究开发 HDTV 的历史和现状

从 70 年代开始, 高清晰度电视就成为国际上的一个热门话题。经过 20 年左右的探索, 日、欧、美三个主要集团在 HDTV 的技术方面走着不同的道路。

日本从 70 年代初起就提出了自己的 HDTV (日本人称 HDTV 为 Hi-Vision) 方案, 并把它称为 MUSE 制式。在这个方案中, 电视画面的垂直分解力提高到 1125 行, 水平清晰度也相应提高, 仍保持每秒 30 帧画面、2:1 隔行扫描, 传送的信息量约为 NTSC 制电视信号的 5 倍。同时由于把图像的宽高比从 4:3 扩展为 16:9, 使视野较为开阔, 在较大屏幕的条件下, 可以获得较强的临场感, 使人们得到更高更美的享受。为此所需代价是视频带宽从 NTSC 制 4.2MHz 展宽到 20MHz。从 1986 年起, 日本的 NHK 就以 MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) 方式播出 HDTV。MUSE 方式把频带压缩为 8.1MHz, 通过卫星广播。

日本从 1989 年开始每天 1 小时试播, 从 1991 年起又开始每天 8 小时的广播。接收机价格已降到 65 万日元一台, 但普通人仍嫌贵, 因此降低接收机价格成了推广 HDTV 的关键。日本的 HDTV 系统虽然是用数字技术进行图像压缩, 但仍采用模拟方式传送, 频带为 8.1MHz, 和常规电视的频道不能兼容, 故而只能利用卫星通道传送, 不能采用地面广播的方式。尤其是因为它不能和多媒体技术相融合, 所以日本有关部门曾表示要以全数字式 HDTV 来代替 MUSE 系统。这一表示遭到有关厂商的激烈反对, 官方不得不重又申明目前仍推广 MUSE 系统, 要到 2007 年才改用全数字化, 并打算采用 ISDB 系统 (见第 10 章)。

\* CCIR 组织现改名为 ITU。

在 80 年代中期,正当日本集中力量研究 HDTV 时,欧洲就提出了 MAC 制,想用它代替 PAL 和 SECAM。

MAC 制是一种“模拟分量时分多工制”,用时间轴压缩的方法,将每行的亮度信号和色度信号顺序地传送,从而取消了副载波,彻底克服了现行制式中的一些缺点,如亮色互串、需用陷波器等问题。

在 MAC 制刚刚提出时,正是日本想把它的 Hi-Vision 定为世界统一标准之际,因此欧洲被迫仓促上马应战,于 1986 年提出了 HD-MAC,其制式是 1250/25/2:1,宽高比 16:9,视频带宽也超过 8MHz,通过卫星播出,与 MAC 兼容。HD-MAC 在 1991 年奥运会上播出过,但它和 MUSE 制一样,都是用模拟方式传送的,在技术上已经落后。据了解,欧洲已停止了 HD-MAC 制式的继续研究,并开始了全数字 HDTV 制式的研究。其中主要的有北欧研究的 HD-DIVINE 和德国的 HDTV-T。在信源编码方面,欧洲和美国一样都采用 MPEG-2 国际标准,但 HDTV-T 主要研究的课题是关于兼容的 TV/HDTV 传输和适度降级的分级性能。HD-DIVINE 提出的 COFDM 技术引起了国际上的注意,它对于抗御多径干扰有着明显的优势。正是在这个基础上开发成功 DVB 标准。现在世界上有不少国家采用它作为数字电视标准。

对于 HDTV 的研究开发工作,美国起步比欧洲更晚。在美国,他们把 HDTV 称为先进电视(ATV: Advanced Television)。1988 年 9 月美国联邦通信委员会(FCC: Federal Communications Commission)提出,新一代电视必须与现有 NTSC 接收机的收看性能相兼容,且其播出不能打乱现有的电视频谱划分。1990 年 3 月 FCC 取消了 HDTV 与 NTSC 接收机兼容的要求,但坚持必须在 6MHz 频道中播出。1990 年 6 月 GI 公司(通用仪器公司)提出了 DigiCipher 全数字化方案,它是一种能通过原有的米波(VHF)或分米波(UHF)电视频道传输的全数字 HDTV 系统,能提供全部的 HDTV 性能。该系统可将信源高达 1.18Gb/s 的码率压缩到 20Mb/s 以下,再用适当的调制方式(如 16-QAM)把它压缩在 6MHz 信道内播出。

在美国 GI 公司提出 Digi Cipher 制式之后,又有 Zenith 公司提出的 DSC-HDTV (Digital Spectrum Compatible HDTV)制式、ATRC (Advanced Television Research Consortium)财团提出的 AD-HDTV (Advanced Digital HDTV)制式,以及由 MIT 和 GI 公司联合提出的 CCDC (Channel Compatible DigiCipher)制式。

美国的这四个全数字方案都建成了实验系统,由一个独立的 ATV 测试中心进行测试,这个测试中心叫 ATTC (Advanced Television Test Center)。1993 年 2 月 ATTC 提供了对这些系统的测试报告。从测试报告看,这四个系统的性能虽各有上下,但总的水平难以分出高低。因此,FCC 所属的先进电视业务顾问委员会(ACATS: Advisory Committee on Advanced Television Service)主席 Richard E·Wiley 提出将四个制式融合成一个制式,称之为 HDTV 的大联盟(Grand Alliance)。他的建议被大家接受,1993 年制定了大联盟纲要,1994 年 4 月已完成了融合设计,然后做试验。试验结果,大联盟系统优于原有所有 4 个系统。于是以大联盟方案作基础,又在 1995 年 7 月加上了 SDTV 的两种扫描格式。于 1995 年 11 月 ACATS 正式将该方案推荐为美国 ATV 广播标准,称之为 ATSC 数字电视标准。

美国的全数字化方案具有如下特点：(1) HDTV 信号在 NTSC 的频道中播出；(2) 由于采用数字化传输，接收端能得到与演播室中相差无几的高质量图像；(3) 可以用很小的功率播出，与现行模拟制式的电视之间相互干扰极小，可以启用禁用频道；(4) 全数字化是广播电视信号发展的一个方向；(5) 能够在地面网播出。美国制定了 HDTV 发展的 15 年计划，打算在过渡期采用同播制的方式，即在 15 年内同一个节目同时用 NTSC 和 HDTV 两种标准播出，然后用 HDTV 逐步代替 NTSC。在正式开始播出 HDTV 的 15 年后，实现全部用 HDTV 播出节目。

### 3. HDTV 的市场预测

HDTV 的市场预测是个复杂的问题。

一方面，HDTV 有着非常大的潜在市场，这是可以肯定的。根据 1989 年统计表明，全球每 9 个人有一台电视机，605 000 000 台电视机中的 54% 是彩电。在发达国家几乎家家有电视机，1989 年美国每 1000 人拥有 655 台，平均每家拥有近 2 台。

HDTV 接收机开始时价格会比较贵（大约 20000 美元），以后会降到约 3000 美元，甚至降到 1000 美元。可以这样算笔账，1989 年有 324 000 000 台彩色电视机，如每年 1% 换成 HDTV 接收机，它们的数目将超过家用 PC 机市场，达每年 350 万台的数目。如能达到每年换 10% 的规模，接收机所用集成电路将占半导体工业市场的主要部分。据日本通产省预测，到 2000 年 HDTV 及其辐射到的相关产业和民用领域的市场规模将达到 6 兆亿日元（约 4400 亿美元）。据美国电子协会预测，到 2010 年，HDTV 技术可造成 7300 亿美元的市场。

另一方面，HDTV 市场的发展有它特定的规律。因为消费者是否愿意花钱买 HDTV 接收机还要看有没有 HDTV 的节目，没有 HDTV 节目，HDTV 就没有意义，但是电视台要看看观看 HDTV 节目的观众多不多，观众少了就不愿意播，因为制作 HDTV 节目花钱很多，而广告收入很少，这就是“鸡和蛋”的问题。再有，消费者希望 HDTV 接收机的价格能降到可接受的程度才会掏钱去买，而制造者只有在大批量生产时才会将价格降下来，在没有把握能大量销售的情况下又怎么会投资呢？这又是一个

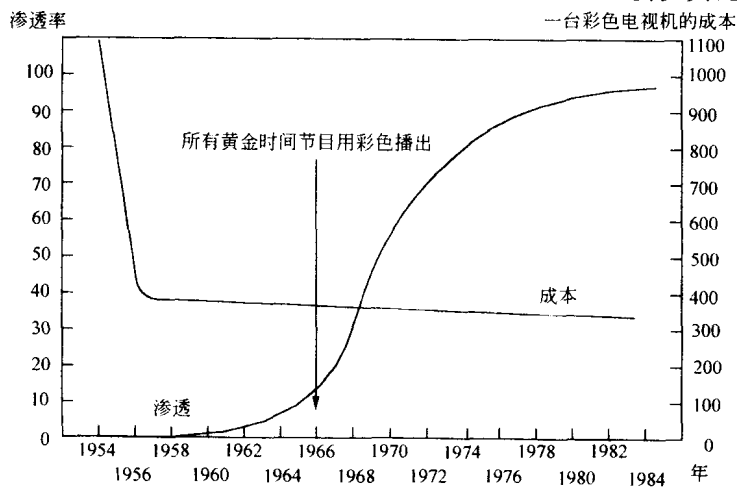


图 0-1 彩色电视机的渗透与一台成本的关系

“鸡和蛋”的问题。这样的问题在彩电的发展过程中同样出现过。如图 0-1 所示，当 1955 年彩色电视在美国出现时，彩色电视机的价格高而渗透率低。在后来的若干年间，接收机的价格下降了 50% 以上，可是由于只有 NBC 提供的彩色节目业务，彩色电视机的渗透率并没有明显上升。只是到了 1965 年，当所有三个商业电视网都开始用彩色电视信号播出黄金时间节目时，接收机的渗透率才急剧上升。

HDTV 的市场发展有可能如图 0-2 所示。这里也一样，必须有多种 HDTV 节目才能推动 HDTV 接收机的销售。上面的渗透曲线是乐观的预计，而下面的曲线则表示所研究的几种情况的平均值。

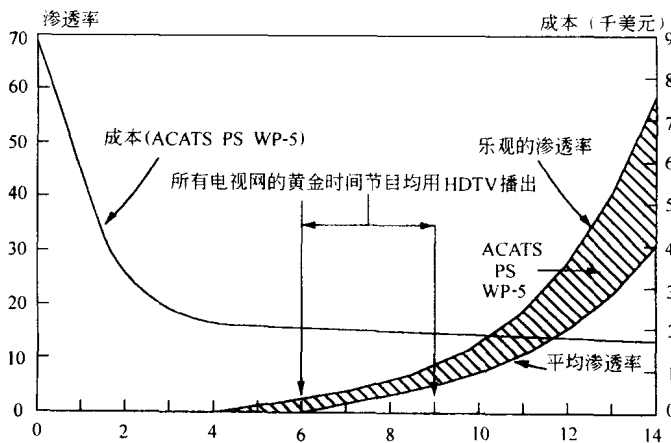


图 0-2 HDTV 接收机的渗透与成本的关系

HDTV 接收机在中国国内是否会有市场呢？许多专家对此表示乐观。据了解现在全国有 614 家电视台，2.6 亿台电视机，电视观众 8 亿多人，电视广播覆盖了全国人口的 81.3%，可算是一个空前的大市场。如假定其中 15% 左右的家庭有能力购买 HDTV 接收机，每台以 3000 美元计，届时其销售量可达 80 万台，销售额将达每年 24 亿元。这个巨大的潜在市场，我们怎能没有预见呢？

当然，我们同样会遇到上述“鸡和蛋”的问题。对此应该有冷静的估计，既不要“一哄而上”，也不要“坐待良机”。HDTV 的数字压缩技术可以先应用于有线电视和直播卫星，使每个频道能传送多达 10 个独立的常规电视节目。即使在 HDTV 播出以后，广播机构也可以在一天的部分时间内，如黄金时间传送 HDTV，而在其他时间段传送多频道常规数字电视，并实现数字 TV/HDTV 的兼容，这样才有可能实现 HDTV 的提前“起飞”。

总之，广播电视这个大市场被别人占领的危机是现实而不是遥远的。纵观世界上大多数发达国家，都不惜投入上 10 亿美元的巨资来发展 HDTV，其原因首先是保护本国的经济利益，其次是为了占领国际市场。我们应当急起直追，建立自己的数字 TV/HDTV 产业。

高清晰度电视不仅应用于广播，在非广播方面的应用事实上比广播方面更早。首先是在军事、国防、安全方面，美国于 80 年代就把 1000 行以上的高可靠 CRT 显示器广



泛用于雷达显示。其次在医学应用方面，如日本已用 HDTV 做眼底检查、胸、脑外科显像手术，并录像后作为教学之用，还正在研究 X 光或超声波图像转成 HDTV 静止图像及 HDTV 远距离诊断等。还有在文化艺术方面，如日本已有几个美术馆用 HDTV 展示藏图。另外在空间科学和遥感技术、教育、商业等方面也都有很好的应用前景。

另外，应该看到发展 HDTV 对电子信息产业所起的巨大带头和牵引作用是无与伦比的，它将促进大屏幕、高分辨率、高亮度的显示器件（包括投影和平板显示）的发展，促进微电子产业的进步（它要求  $0.5\mu\text{m}$  的芯片）。HDTV 和计算机、通讯技术的融合开辟了走向信息高速公路和多媒体的未来之路。

#### 4. 关于 HDTV 制式标准

世界上能否采用单一的 HDTV 制式？这是个全世界电视科技工作者共同关心的问题。假如全世界用同一种制式，国际交流就可省去转换制式的麻烦，设备也会大量节省，这个明显的好处是大家都承认的。但是事实上很难做得到世界上只有一种统一的 HDTV 制式，因为制式标准的问题不仅是技术问题，也是经济问题、政治问题。

在 HDTV 信源编码和解码方面情况比较好，各国都愿意采用 MPEG-2 标准，（MPEG-2 对解码器作了具体规定，对编码器留有自由度）。至于信道编码还没有统一标准，调制方法美国和欧洲各有主张（美国“大联盟”方案决定用 VSB，欧洲用 COFDM）；对于 TV/HDTV 兼容问题也没有统一看法。

我们国家没有必要也不可能搞一种与众不同完全不同的制式，但是对别人的几种制式必须有充分的了解，对其优缺点了如指掌。在此基础上结合我国经济、政治的考虑，正确选择一种制式，一定要避免盲目性。选择一种制式后，还不能完全抄人家的，要结合我国国情，制定我国自己的参数。对于 HDTV 研究工作来说，还要有创新精神，因为世界上现有制式还不完善，如运动补偿问题仍有不少缺陷，我们完全可以对此做出自己特有的贡献。

#### 5. 我国发展 HDTV 的战略目标和基本方针

对于应该怎样发展我国的 HDTV 的问题，有关领导部门曾多次组织国内专家讨论，也组织过和国际同行们交换意见，有了一些共同的认识。1994 年 5 月 4 日《中国科学报》登载了该报记者就我国发展 HDTV 战略问题专访中国科学院何祚庥、叶培大两位院士的报导。报导说两位院士认为我国除了力争在 HDTV 高技术领域“占有一席之地”外别无选择，否则不仅会失掉 HDTV 的巨大市场，而且更是失去了一次提高综合国力的有利时机。他们提到，近期战略目标是在 2000 年左右，建立一座有一定节目制作能力的试播台，并掌握 HDTV 系统和某些关键设备的技术，特别是接收机的产品开发和形成接收机小批生产的能力。为了实现上述战略目标，计划第一步从 1994 年至 1996 年通过协同攻关建立一套 HDTV 功能样机实验系统以便掌握技术，培养人才，并且使我们有实力开展国际合作，为下一步工作打下基础；第二步是“九五”期间，在基础准备充分、国内外环境较好的情况下，全面开展工作以实现总体战略目标。他们还认为发展 HDTV 要由国家统一领导、统一规划、统筹部署，以科技为先导、以产业化为目标，对科研力量予以合理协调。只有这样，才能使我国 HDTV 的研究开发尽快取得突破，争取在国际 HDTV 技术领域“占有一席之地”。