

DIGITAL TELEVISION

# 数字电视基础

视频和音频系统的设计与安装

第二版

FUNDAMENTALS

MICHAEL ROBIN MICHEL POULIN 著

北京超品技术有限公司 译

Mc  
Graw  
Hill

Education

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

# 数字电视基础 视频和音频系统的设计与安装 (第二版)

[美]Michael Robin Michel Poulin 著

北京超品技术有限公司 译

人民邮电出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

数字电视基础: 第2版/(美)罗宾(Robin,M.), (美)庞林(Poulin,M.)著; 北京超品技术有限公司译. —北京: 人民邮电出版社, 2003.1

ISBN 7-115-10839-0

I. 数... II. ①罗... ②庞... ③北... III. 数字电视 IV. TN949.197

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 088113 号

## 内 容 提 要

本书的前几章重温了模拟电视以及视频和音频的基础知识, 后面章节逐一介绍了数字视频和音频的基础知识, 并详细阐述了有关的国际标准及其实施。其内容详尽, 结合了作者在电视制作系统的设计和建设、设备的开发、技术的评估以及 SMPTE 标准的开发等方面的实践经验。

本书适用于广播和电视/视频制作领域的工程师和技术人员, 也可供广播技术专业的学生学习参考。

### 数字电视基础

#### 视频和音频系统的设计与安装 (第二版)

- ◆ 著 [美] Michael Robin Michel Poulin  
译 北京超品技术有限公司  
责任编辑 徐享华
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67129258  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京密云春雷印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 33.25  
字数: 807 千字 2003 年 1 月北京第 1 版  
印数: 1-4 000 册 2003 年 1 月北京第 1 次印刷  
著作权合同登记 图字: 01-2001-3984 号  
ISBN 7-115-10839-0/TN · 1972

定价: 56.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

## 版 权 声 明

Michael Robin and Michel Poulin

Digital Television Fundamentals (Second Edition)

ISBN: 0-07-135581-2

Copyright©2000 by The McGraw-Hill companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Posts and Telecommunications Press.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳—希尔教育（亚洲）出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有公司激光防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2001-3984 号

# 前 言

已经为公众提供了 60 年左右商业服务的模拟电视，如今正在经历重大的变革。这些变革涉及到如何生成、处理、记录电子影像以及如何将它传送到预期的观众面前。

对作为全数字电视研制基础的模拟电视技术而言，年轻的技术人员和刚走出校门的大学生对它的了解显得非常粗略而浅显。然而，很可能是工作压力的关系，那些已在模拟电视技术上奋斗多年的技术人员要想获得对快速发展的数字技术的深入理解，恐怕也不太现实。

本书的作者有幸从他们在加拿大广播公司（Canadian Broadcasting Corporation）工程总部（位于加拿大蒙特利尔）的大部分工作实践中经历了从模拟技术到数字技术的平稳过渡。本书汇集了他们在诸多方面获得的经验。这些方面包括电视制作系统的设计和建设、设备和技术评估、积极参与 SMPTE 标准开发、测试过程和设备的开发、工程和技术人员培训、多个 SMPTE 会议上的发言以及对广播公司和设备制造商的咨询。当他们怀着满腔热情投入到加拿大广播公司的多伦多全数字广播中心（Toronto Broadcasting Center of the Canadian Broadcasting Corporation，第一家使用位串行 270Mbit/s 信号分配技术的大型电视制作集团）的开发和建设时，那些方面的活动极其频繁。

本书面向广播和电视/视频制作领域的在职工程师和技术人员，并可供广播技术专业的学生学习参考。考虑到初学者，本书重温了模拟电视以及视频和音频的基础知识。随后为读者逐一介绍了数字视频和音频的基础知识，并回顾、阐述和说明了有关的国际标准及其实施。

第 1 章重温了除扫描标准外的电视基本原理。它使读者重新认识到在当时的技术条件下，某些基本的物理和生理限制对采用经济的模拟电视标准产生过影响。本章详细论述了基本的电视标准的几个方面（例如扫描、分辨率、视频信号组成、基带频谱和传输方面）的限制。

第 2 章涉及模拟视频的基本原理。它涵盖这样一些主题：彩色电视的一般原理（比色法、转换器传输特性、彩色电视信号的基本组成以及关于标准彩色电视信号（彩条信号）的详细论述、复合视频概念（各种彩色电视系统的共同特性，例如与黑白电视的兼容和频分复用原理；对当前标准制式的混合模拟彩色电视系统即 NTSC、PAL 和 SECAM 的概述；性能指示参数和测量原理以及复合视频信号的分布和记录）以及视频信号分量概念（关于视频信号分量、性能指示参数和测量原理以及视频信号分量的分布和记录的详细描述）。

第 3 章引领读者进入数字视频世界。它包括这样一些主题：一般注意事项（历史背景、典型的黑匣子数字设备、信号抽样、量化抽样值、动态范围和峰值储备概念、量化误差和数模转换）、复合视频数字标准（ $4f_{sc}$  NTSC 和  $4f_{sc}$  PAL 标准，详细说明了一般规范、抽样结构、量化范围及其含义、数字光栅结构、性能指示参数和测量原理以及位并行信号分布概念的描述）和分量数字标准（抽样率、编码信号、抽样频率、量化范围、抽样结构、数据的时域复用、定时基准信号、辅助数据概念、位并行信号分布概念、分量数字格式的回顾以及性能指示参数和测量原理的论述）。

第 4 章重温了声学的某些基本原理（因为它们和人类的听觉过程有关），并论述了以下主

题：声压电平（SPL）、响度以及动态范围和人耳的频谱分辨。

第 5 章讲解了模拟音频主题，例如电子信号电平、典型的信号电平和电平监测、性能指示参数、动态范围和性能目标。

第 6 章引领读者进入数字音频世界。它包括这样一些主题：数字音频的一般原理、A/D 转换、D/A 转换、双相传号编码、接口的一般结构及其实现、数字音频信号分配、MADI 和 DSIF 接口协议格式、音频同步以及数字音频录音。

第 7 章讲解位并行分配概念和辅助数据复用。它包括这样一些主题：香农定理、通道编码、眼图、位并行分配标准（接口特性、 $4f_{sc}$  和 4:2:2 应用）、性能指示参数和测量原理（在发射机、媒质和接收器方面）、特殊测试信号、数字音频复用、数字录像带录制和系统注意事项。

第 8 章讲解数字信号的压缩与分配。它论述了这样一些主题：一般概念、视频数据压缩技术（重点是 DCT 编码过程和视频压缩标准，如 JPEG 和 MPEG，以及视频 BRR 性能和应用等）、音频数据压缩技术（重点是音频压缩标准和音频 BRR 性能和应用）以及压缩信号的分配。

第 9 章讲解计算机与电视。它包括这样一些主题：计算机体系结构、内部通信数据总线（主总线、本地总线、额外总线、交换式总线和路由器总线）、计算机显示器以及扩展卡（控制器、V/A 和 PCMCIA）。

第 10 章论述的主题是多媒体和电视。它包括这样一些主题：有关概念、技术、硬件和系统（PC 工作站、A/V 信号处理、磁盘存储、服务器、照相机、VCR、CD-ROM 和 DVI），互联（接口和网络），多媒体软件、系统和应用（VOD、NVOD、Photo CD、CD-I 和 CTI），多媒体的标准化活动。

第 11 章论述高级电视（ATV）原理。它论述了这样一些主题：对 ATV 的要求、ATV 的出现、标准化工作和数字电视（DTV）解决方案（互操作性、灵活性、压缩、逐行扫描与隔行扫描、图像和像素高宽比、制作和净化孔径、音频注意事项以及与电影的兼容性）。随后对最为重要的 DTV 格式进行了详细分析，包括串行分配概念和数据嵌入。解释了“大联盟（Grand Alliance）”系统和欧洲采用的方法。

第 12 章为读者介绍了新的设施概念和传输技术，在设备内和设备间的应用中需要该技术传输音频—视频数据流和媒体文件。它说明了在所有当前视频格式之间转换电视节目的概念。本章其余部分专门论述了技术上和实践上的注意事项，这些注意事项涉及 DTV 系统的实施以及经济地执行 DTV 体系结构的转换方案。

本书可用作辅导书，能够使读者从基本的主题入手逐渐进入高级主题。如果读者已具备一定的知识，可以选择感兴趣的章节阅读。

如果本书作者不借助他们在加拿大广播公司工程实践中获得的经验，本书就不可能完成。作者衷心感谢 SONY 和 Tektronix 公司给予的支持和鼓励，并感谢 SMPTE 同意作者使用其标准作为参考材料。最后，作者还要感谢他们的妻子，为了本书的出版，她们对家中随意堆放的文件保持了最大的容忍。

Michael Robin

Michel Poulin

# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>第 1 章 电视基础知识</b>   | 1  |
| 1.1 历史背景              | 1  |
| 1.2 眼—脑机制             | 1  |
| 1.2.1 可见光的特性          | 1  |
| 1.2.2 光感              | 2  |
| 1.2.3 视觉敏锐度           | 3  |
| 1.2.4 视觉暂留            | 4  |
| 1.2.5 光谱可见度           | 4  |
| 1.3 扫描标准              | 5  |
| 1.3.1 扫描过程            | 5  |
| 1.3.2 每帧行数            | 6  |
| 1.3.3 每秒图像数           | 6  |
| 1.3.4 常规扫描标准          | 6  |
| 1.4 分辨率的概念            | 7  |
| 1.4.1 垂直分辨率           | 8  |
| 1.4.2 水平分辨率           | 10 |
| 1.5 复合视频信号            | 11 |
| 1.5.1 视频信息            | 11 |
| 1.5.2 同步信息            | 11 |
| 1.5.3 复合视频信号的组成       | 12 |
| 1.5.4 接口特性            | 12 |
| 1.5.5 消隐间隔和结构         | 14 |
| 1.6 视频信号的频谱           | 17 |
| 1.7 传送标准和限制           | 18 |
| 1.7.1 视频载波调制          | 18 |
| 1.7.2 音频载波调制          | 20 |
| 1.7.3 频道带宽和结构         | 21 |
| 1.7.4 传送限制            | 22 |
| <b>第 2 章 模拟视频基本原理</b> | 25 |
| 2.1 彩色电视              | 25 |
| 2.1.1 比色法             | 25 |
| 2.1.2 转移特性            | 26 |
| 2.1.3 基本成分            | 28 |

|              |                            |           |
|--------------|----------------------------|-----------|
| 2.1.4        | 彩条信号 .....                 | 29        |
| 2.2          | 复合视频 .....                 | 34        |
| 2.2.1        | 公共特性 .....                 | 34        |
| 2.2.2        | NTSC 系统 .....              | 35        |
| 2.2.3        | PAL 系统 .....               | 46        |
| 2.2.4        | SECAM 系统 .....             | 55        |
| 2.2.5        | 性能指示参数和测量原理 .....          | 63        |
| 2.2.6        | 视频信号的分布 .....              | 77        |
| 2.2.7        | 视频信号的记录 .....              | 79        |
| 2.3          | 视频信号分量 .....               | 81        |
| 2.3.1        | GBR 信号 .....               | 81        |
| 2.3.2        | Y、B-Y 和 R-Y 信号 .....       | 86        |
| 2.3.3        | 视频信号分量记录 .....             | 91        |
| <b>第 3 章</b> | <b>数字视频基本原理 .....</b>      | <b>94</b> |
| 3.1          | 一般注意事项 .....               | 94        |
| 3.1.1        | 历史背景 .....                 | 94        |
| 3.1.2        | 典型的黑匣子数字设备 .....           | 94        |
| 3.1.3        | 对信号抽样 .....                | 95        |
| 3.1.4        | 量化抽样值 .....                | 98        |
| 3.1.5        | 动态范围和峰值储备概念 .....          | 99        |
| 3.1.6        | 量化误差 .....                 | 99        |
| 3.1.7        | D/A 转换 .....               | 100       |
| 3.2          | 复合数字标准 .....               | 102       |
| 3.2.1        | $4f_{sc}$ NTSC 标准 .....    | 102       |
| 3.2.2        | $4f_{sc}$ PAL 标准 .....     | 109       |
| 3.2.3        | 性能指示参数和测试原理 .....          | 117       |
| 3.2.4        | 位并行 $4f_{sc}$ 数字信号分布 ..... | 120       |
| 3.3          | 分量数字标准 .....               | 123       |
| 3.3.1        | 抽样率 .....                  | 123       |
| 3.3.2        | 编码信号 .....                 | 125       |
| 3.3.3        | 抽样频率 .....                 | 125       |
| 3.3.4        | 量化范围和含义 .....              | 127       |
| 3.3.5        | 抽样结构 .....                 | 130       |
| 3.3.6        | 数据的时分复用 .....              | 132       |
| 3.3.7        | 定时基准信号 .....               | 138       |
| 3.3.8        | 辅助数据 .....                 | 142       |
| 3.3.9        | 位并行 4:2:2 数字信号分布 .....     | 143       |
| 3.3.10       | 其他分量数字抽样格式的简要情况 .....      | 144       |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3.3.11 性能指示参数和测试原理 .....  | 148 |
| <b>第4章 声学元素</b> .....     | 153 |
| 4.1 声压级 .....             | 153 |
| 4.2 响度和响度级 .....          | 153 |
| 4.3 人耳的动态范围 .....         | 155 |
| 4.4 人耳的频谱分辨率 .....        | 155 |
| <b>第5章 模拟音频基本原理</b> ..... | 156 |
| 5.1 电信号的电平和测量单位 .....     | 156 |
| 5.1.1 dBm .....           | 156 |
| 5.1.2 dBμ .....           | 156 |
| 5.1.3 dBV .....           | 156 |
| 5.2 典型的信号电平和阻抗 .....      | 157 |
| 5.2.1 话筒信号电平和阻抗 .....     | 157 |
| 5.2.2 线路信号电平和阻抗 .....     | 157 |
| 5.3 信号电平监测 .....          | 159 |
| 5.3.1 VU表 .....           | 160 |
| 5.3.2 PPM .....           | 160 |
| 5.4 性能指示参数和测量原理 .....     | 160 |
| 5.4.1 线性失真 .....          | 161 |
| 5.4.2 非线性失真 .....         | 161 |
| 5.4.3 噪声 .....            | 162 |
| 5.5 动态范围 .....            | 164 |
| 5.5.1 过载和峰值储备原理 .....     | 164 |
| 5.5.2 最小可接受信号电平 .....     | 164 |
| 5.5.3 演播室环境内的动态范围限制 ..... | 164 |
| 5.5.4 操作方法 .....          | 166 |
| 5.5.5 传输限制 .....          | 166 |
| 5.6 性能目标 .....            | 167 |
| <b>第6章 数字音频基本原理</b> ..... | 168 |
| 6.1 数字音频的一般概念 .....       | 168 |
| 6.1.1 介绍 .....            | 168 |
| 6.1.2 数字音频概念 .....        | 168 |
| 6.2 A/D转换原理 .....         | 168 |
| 6.2.1 理想抽样 .....          | 169 |
| 6.2.2 奈奎斯特原理和混叠 .....     | 170 |
| 6.2.3 实际抽样 .....          | 171 |
| 6.2.4 量化 .....            | 172 |
| 6.2.5 编码 .....            | 175 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 6.2.6 抖动 .....                    | 175        |
| 6.2.7 动态范围 .....                  | 176        |
| 6.2.8 标准抽样频率 .....                | 176        |
| 6.2.9 预加重 .....                   | 176        |
| 6.3 D/A 转换原则 .....                | 177        |
| 6.3.1 D/A 转换器 .....               | 177        |
| 6.3.2 孔径效果 .....                  | 178        |
| 6.3.3 低通滤波器 .....                 | 179        |
| 6.3.4 附加抽样 .....                  | 180        |
| 6.3.5 噪声整形 .....                  | 183        |
| 6.3.6 A/D 和 D/A 转换的实际限制 .....     | 183        |
| 6.4 两相标记编码信号的描述 .....             | 185        |
| 6.4.1 通道带宽 .....                  | 185        |
| 6.4.2 NRZ 和 BPM 编码 .....          | 186        |
| 6.5 AES/EBU 接口协议的一般结构 .....       | 187        |
| 6.5.1 格式结构 .....                  | 187        |
| 6.5.2 AES/EBU 数据信号的特性 .....       | 191        |
| 6.6 AES/EBU 信号的电气特性 .....         | 192        |
| 6.7 数字音频接口的实现 .....               | 193        |
| 6.7.1 数字音频输入接口 .....              | 193        |
| 6.7.2 AES/EBU 解码器和多路分解 .....      | 193        |
| 6.8 数字音频信号分配 .....                | 194        |
| 6.8.1 110 $\Omega$ 双绞线电缆分布 .....  | 194        |
| 6.8.2 75 $\Omega$ 同轴电缆分布 .....    | 194        |
| 6.8.3 布线惯例和互连 .....               | 196        |
| 6.9 其他接口协议格式 .....                | 196        |
| 6.9.1 MADI 格式 .....               | 196        |
| 6.9.2 SDIF2 格式 .....              | 197        |
| 6.9.3 SPDIF 格式 .....              | 197        |
| 6.10 音频同步 .....                   | 197        |
| 6.10.1 数字音频信号间的同步 .....           | 198        |
| 6.10.2 数字音频与视频信号间的同步 .....        | 198        |
| 6.11 数字音频录音 .....                 | 203        |
| <b>第 7 章 位串行信号分配与数据多路复用 .....</b> | <b>204</b> |
| 7.1 香农定理 .....                    | 205        |
| 7.2 通道编码 .....                    | 206        |
| 7.3 眼图 .....                      | 207        |
| 7.4 位串行分配标准 .....                 | 208        |

|              |                           |            |
|--------------|---------------------------|------------|
| 7.4.1        | 接口特性 .....                | 208        |
| 7.4.2        | $4f_{sc}$ 位串行分配 .....     | 210        |
| 7.4.3        | 4:2:2 位串行分配 .....         | 217        |
| 7.5          | 性能指示参数和测量原理 .....         | 221        |
| 7.5.1        | 测量与发射机有关的参数 .....         | 221        |
| 7.5.2        | 测量与传输有关的参数 .....          | 228        |
| 7.5.3        | 测量与接收器有关的参数 .....         | 230        |
| 7.5.4        | 特殊测试信号 .....              | 232        |
| 7.6          | 数字音频多路复用技术 .....          | 237        |
| 7.6.1        | 最小化实现 .....               | 238        |
| 7.6.2        | 全 AES 实现 .....            | 240        |
| 7.6.3        | 音频复用器 .....               | 241        |
| 7.6.4        | 音频分解器 .....               | 241        |
| 7.7          | 数字录像带录制 .....             | 242        |
| 7.7.1        | $4f_{sc}$ 复合 DVTR .....   | 243        |
| 7.7.2        | 分量 DVTR .....             | 244        |
| 7.8          | 系统注意事项 .....              | 247        |
| <b>第 8 章</b> | <b>数字信号的压缩与分配 .....</b>   | <b>249</b> |
| 8.1          | 视频比特率压缩 (BRR) 的一般概念 ..... | 249        |
| 8.1.1        | 视频信号冗余和熵 .....            | 249        |
| 8.1.2        | HVS 特性 .....              | 250        |
| 8.2          | 视频数据压缩技术 .....            | 253        |
| 8.2.1        | 无损数据速率压缩 .....            | 253        |
| 8.2.2        | 有损数据速率压缩 .....            | 254        |
| 8.3          | DCT 编码过程和实现 .....         | 255        |
| 8.3.1        | DCT 编码过程 .....            | 255        |
| 8.3.2        | DCT 块量化处理 .....           | 263        |
| 8.3.3        | Z 字形扫描 .....              | 264        |
| 8.3.4        | 行程长度和级别编码 .....           | 265        |
| 8.3.5        | 可变长度编码 .....              | 266        |
| 8.3.6        | 缓冲内存 .....                | 269        |
| 8.3.7        | DCT 解码器 .....             | 269        |
| 8.3.8        | 时间数据压缩技术 .....            | 272        |
| 8.3.9        | 动画补偿预测技术 .....            | 273        |
| 8.3.10       | 补充处理技术 .....              | 278        |
| 8.4          | 视频压缩标准 .....              | 278        |
| 8.4.1        | 视频数据结构层次 .....            | 278        |
| 8.4.2        | JPEG 和动画 JPEG 方案 .....    | 280        |

|        |                       |     |
|--------|-----------------------|-----|
| 8.4.3  | MPEG-1 视频方案 .....     | 281 |
| 8.4.4  | MPEG-2 视频方案 .....     | 284 |
| 8.5    | 视频 BRR 方案的性能和应用 ..... | 286 |
| 8.5.1  | 视频 BRR 方案特性 .....     | 286 |
| 8.5.2  | 数据速率和压缩比 .....        | 286 |
| 8.5.3  | 视频 BRR 方案性能 .....     | 288 |
| 8.5.4  | 视频 BRR 方案应用 .....     | 289 |
| 8.6    | 音频 BRR 的一般原理 .....    | 290 |
| 8.6.1  | 音频 BRR 的必要性 .....     | 290 |
| 8.6.2  | 人类感知系统特性 .....        | 290 |
| 8.7    | 音频数据压缩技术 .....        | 292 |
| 8.7.1  | 无损数据压缩 .....          | 292 |
| 8.7.2  | 有损数据压缩 .....          | 293 |
| 8.7.3  | 音频编码过程和实现 .....       | 294 |
| 8.8    | 音频压缩标准 .....          | 296 |
| 8.8.1  | MPEG-1 音频子系统 .....    | 296 |
| 8.8.2  | MPEG-2 音频子系统 .....    | 300 |
| 8.8.3  | 其他压缩方案 .....          | 300 |
| 8.9    | 音频 BRR 方案性能 .....     | 304 |
| 8.10   | 压缩信号的分配 .....         | 304 |
| 8.10.1 | 将基本数据流打包 .....        | 305 |
| 8.10.2 | 节目流 .....             | 306 |
| 8.10.3 | 传输流 .....             | 307 |
| 第 9 章  | 计算机与电视 .....          | 309 |
| 9.1    | 计算机体系结构 .....         | 309 |
| 9.2    | 内部计算机通信总线 .....       | 310 |
| 9.2.1  | 主系统总线 .....           | 310 |
| 9.2.2  | 局部总线 .....            | 313 |
| 9.2.3  | 超高总线 .....            | 314 |
| 9.2.4  | 交换式总线 .....           | 316 |
| 9.2.5  | 数据总线路由器 .....         | 318 |
| 9.3    | 计算机的显示器 .....         | 319 |
| 9.3.1  | CRT 构造 .....          | 319 |
| 9.3.2  | 一般注意事项 .....          | 320 |
| 9.3.3  | 显示器性能特性 .....         | 322 |
| 9.3.4  | 计算机显示器格式 .....        | 323 |
| 9.4    | 扩展卡 .....             | 324 |
| 9.4.1  | 视频控制器卡 .....          | 324 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 9.4.2 视频/音频接口卡 .....              | 328 |
| 9.4.3 PCMCIA 扩展卡 .....            | 328 |
| <b>第 10 章 多媒体与电视</b> .....        | 329 |
| 10.1 多媒体概念 .....                  | 329 |
| 10.2 多媒体技术 .....                  | 330 |
| 10.3 多媒体硬件和系统 .....               | 331 |
| 10.3.1 PC 工作站 .....               | 331 |
| 10.3.2 音频和视频信号处理系统 .....          | 332 |
| 10.3.3 磁盘和磁带存储 .....              | 333 |
| 10.3.4 服务器 .....                  | 335 |
| 10.3.5 摄像机 .....                  | 337 |
| 10.3.6 录像机 (VCR) .....            | 337 |
| 10.3.7 CD-ROM 和磁光盘 .....          | 338 |
| 10.3.8 数字视频交互 (DVI) .....         | 339 |
| 10.4 多媒体互联 .....                  | 339 |
| 10.4.1 接口 .....                   | 340 |
| 10.4.2 网络 .....                   | 346 |
| 10.5 多媒体软件 .....                  | 349 |
| 10.6 多媒体系统和应用 .....               | 350 |
| 10.6.1 视频点播 (VOD) .....           | 351 |
| 10.6.2 近视频点播 (NVOD) .....         | 351 |
| 10.6.3 PhotoCD .....              | 351 |
| 10.6.4 光盘交互式播放系统标准 (CD-I) .....   | 352 |
| 10.6.5 计算机电话集成 (CTI) .....        | 352 |
| 10.7 多媒体标准化活动 .....               | 352 |
| <b>第 11 章 高级电视 (ATV) 原理</b> ..... | 353 |
| 11.1 为什么业界正在转向 DTV .....          | 353 |
| 11.2 朝统一标准的标准化工作 .....            | 355 |
| 11.3 ATV 的出现 .....                | 358 |
| 11.4 数字解决方案 .....                 | 358 |
| 11.4.1 互操作性 .....                 | 359 |
| 11.4.2 灵活性 .....                  | 360 |
| 11.4.3 压缩 .....                   | 361 |
| 11.4.4 逐行扫描与隔行扫描 .....            | 362 |
| 11.4.5 图像高宽比和像素高宽比 .....          | 362 |
| 11.4.6 制作孔径和净化孔径 .....            | 362 |
| 11.4.7 音频系统考虑事项 .....             | 364 |
| 11.4.8 与源于影片的节目的 DTV 兼容性 .....    | 364 |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 11.5 DTV 图像格式 .....                     | 366        |
| 11.5.1 HDTV 格式 .....                    | 366        |
| 11.5.2 标准清晰度 720×483P 格式 .....          | 400        |
| 11.6 演播室中的串行传输接口 .....                  | 408        |
| 11.6.1 概论 .....                         | 408        |
| 11.6.2 1.485Gbit/s HDTV 位串行分配接口 .....   | 408        |
| 11.7 数据复用 .....                         | 415        |
| 11.7.1 HANC 复用 .....                    | 416        |
| 11.7.2 VANC 复用 .....                    | 426        |
| 11.8 大联盟系统 .....                        | 426        |
| 11.8.1 系统概述 .....                       | 426        |
| 11.8.2 视频系统特性 .....                     | 426        |
| 11.8.3 音频系统特性 .....                     | 428        |
| 11.8.4 辅助数据服务 .....                     | 431        |
| 11.8.5 节目复用和传输系统的特性 .....               | 431        |
| <b>11.8.6 RF/传输系统特性 .....</b>           | <b>432</b> |
| 11.8.7 接收器特性 .....                      | 433        |
| 11.9 欧洲数字视频广播 (DVB) 系统 .....            | 435        |
| <b>第 12 章 向 DTV 转换 .....</b>            | <b>437</b> |
| 12.1 接口、网络和传输协议 .....                   | 437        |
| 12.1.1 参考结构 .....                       | 438        |
| 12.1.2 参考结构组件 .....                     | 438        |
| 12.1.3 网络 .....                         | 440        |
| 12.1.4 传输协议 .....                       | 440        |
| 12.2 数据流传输和数据文件传输 .....                 | 442        |
| 12.2.1 流传输 .....                        | 442        |
| 12.2.2 文件传输 .....                       | 442        |
| 12.2.3 传输控制协议 .....                     | 443        |
| 12.3 设备内应用的传输技术 .....                   | 443        |
| 12.3.1 串行数据传输接口 .....                   | 443        |
| 12.3.2 光纤通道网络 .....                     | 447        |
| 12.3.3 吉比特以太网网络 .....                   | 449        |
| 12.3.4 IEEE 1394 网络 .....               | 451        |
| 12.4 设备间应用和 DTV 信号传送的传输技术 .....         | 454        |
| 12.4.1 同步串行接口 .....                     | 456        |
| 12.4.2 异步串行接口 .....                     | 457        |
| 12.4.3 SDTI .....                       | 460        |
| 12.4.4 在基于 DS-3 的网络中传输 MPEG-2 数据流 ..... | 460        |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 12.4.5 在基于 ATM 的网络中传输 MPEG-2 数据流 ..... | 462 |
| 12.4.6 微波无线链路 .....                    | 464 |
| 12.4.7 卫星 .....                        | 464 |
| 12.5 DTV 标准转换器 .....                   | 466 |
| 12.5.1 图像高宽比转换 .....                   | 466 |
| 12.5.2 图像扫描格式转换 .....                  | 469 |
| 12.5.3 帧速率转换 .....                     | 470 |
| 12.5.4 色度转换 .....                      | 471 |
| 12.5.5 颜色空间转换 .....                    | 472 |
| 12.5.6 抽样结构转换 .....                    | 474 |
| 12.5.7 影片到 DTV 转换 .....                | 474 |
| 12.5.8 复合和分量模拟到 DTV 信号转换 .....         | 475 |
| 12.6 有关 DTV 系统的技术性和操作上的注意事项 .....      | 475 |
| 12.6.1 制作设备中的现有结构 .....                | 476 |
| 12.6.2 中层压缩 .....                      | 476 |
| 12.6.3 媒体资产管理 .....                    | 476 |
| 12.6.4 演播室中的等待时间要求 .....               | 477 |
| 12.6.5 音频—视频定时考虑 .....                 | 477 |
| 12.6.6 数字电视监视 .....                    | 479 |
| 12.6.7 制作演播室应用中的 MPEG 流 .....          | 481 |
| 12.6.8 DTV 系统互联中的实际考虑 .....            | 484 |
| 12.7 从 NTSC 转换到 DTV .....              | 486 |
| 12.7.1 视频制作和发行中的转换 .....               | 489 |
| 12.7.2 音频制作和发行中的转换 .....               | 492 |
| 附录 A 缩略语列表 .....                       | 500 |
| 附录 B 参考标准 .....                        | 507 |
| 关于作者 .....                             | 515 |

# 第 1 章 电视基础知识

目前向家庭观众播放节目的常规电视, 诞生于 20 世纪 30 年代。那时, 各种通信技术迅猛发展, 例如声音和图像的传送。常规电视标准的产生归功于早期技术的发展。此标准反映了当时技术上的局限性, 以及人类的视觉特性, 是成本和性能的折中方案。就全世界大量的电视接收机而言, 任何技术上的发展都必须与现行标准兼容。

## 1.1 历史背景

在试验了效果欠佳的机械式图像扫描方法之后, 20 世纪 30 年代开始采用电子扫描方法。常规的“高清晰度”电视传送几乎同时出现在英国、德国和法国。当时的图像清晰度是每个画面大约 400 行, 例如: 德国为 441 行, 英国为 405 行。图像水平与垂直的比例是 4:3, 该比例一直沿用至今。

1941 年, 在对各种 300 行和 400 行的图像格式进行了长期的试验后, 美国采用了 525 行的国家电视系统委员会 (NTSC) 标准。该标准沿用至今, 只是为向后兼容作了少量修正。

二战后, 英国继续使用 405 行进行广播, 而法国则使用 441 行广播。1948 年, 法国采用了 819 行的国家电视标准, 其他欧洲国家则采用了 625 行的标准。一段时间内, 在欧洲同时使用的扫描标准不下 3 种, 彩色标准有两种 (逐行倒相制式 (PAL) 和顺序传送彩色与记忆制 (SECAM)), 不兼容的传送标准有 7 种。到了 20 世纪 80 年代早期, 当法国 819 行的传送标准和英国 405 行的传送标准被逐步淘汰后, 这种混乱的局面才得以扭转。目前, 欧洲统一采用一种扫描标准 (625/50)、两种彩色标准 (PAL 制和 SECAM 制) 以及仅存的 4 种不兼容的传送标准。

## 1.2 眼—脑机制

### 1.2.1 可见光的特性

通常, 光是按波长而不是按频率进行识别的。可见光限于相对较窄的一个波长范围, 大约从 380nm 到 760nm ( $1\text{nm}=10^{-7}\text{cm}$ )。人眼对各种波长的感觉即为颜色色调, 这些波长对应于 3 种主要颜色:

- 红色, 700.0nm
- 绿色, 546.1nm
- 蓝色, 435.8nm

## 1.2.2 光感

视网膜（图像在眼球聚焦的地方）由两种感光细胞组成，它们是杆状细胞和视锥细胞。杆状细胞的数量为 1.1 亿~1.3 亿，而视锥细胞的数量为 600 万~700 万。

(1) 杆状细胞遍布于视网膜的四周，它们对光的敏感性比视锥细胞要强，主要负责感觉夜晚（暗视觉）的无色环境。杆状细胞的视觉敏锐度有限。

(2) 视锥细胞遍布于视网膜的中心区域（中央凹），相对杆状细胞而言，它能对更高强度的光线做出反应，主要负责感觉白天（亮视觉）的色彩环境。在高光强环境中，视锥细胞的无色视觉敏锐度较高，但色彩视觉敏锐度较低。随着光强的降低，对光的的感觉逐渐转移到杆状细胞更密集的视网膜周围。

视网膜所接收的信息通过视觉神经传递给大脑，视觉神经含有大约 80 万根神经纤维。每根纤维由专门的神经中枢细胞供给信息。几乎每个神经中枢细胞都与数百个杆状细胞和数十个视锥细胞相连。在中央凹区，每个视锥细胞除了与视锥细胞组和杆状细胞组共享其他神经中枢细胞之外，还直接与专门的神经中枢细胞相连，这就是视觉区域中心的视觉敏锐度更高的原因。当光强降低时，视觉敏锐度也随之降低。

杆状细胞和视锥细胞生成的信息同时传递给大脑，大脑对获得的感觉信息进行处理。图 1.1 显示了一个中央凹区以外的眼—脑机制的简化“框图”。

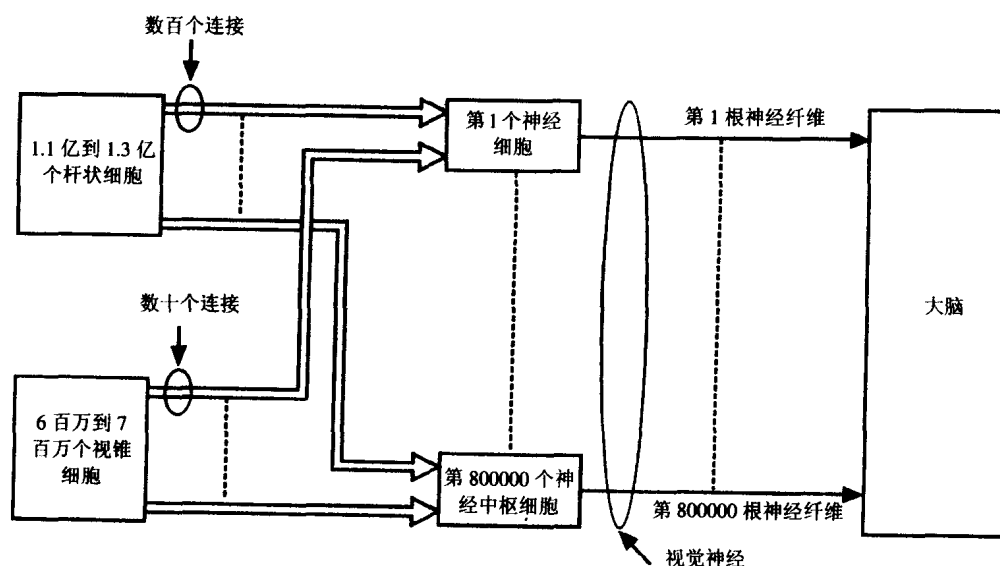


图 1.1 中央凹区以外的眼—脑生理反应的简单框图

眼—脑机制产生两种结果：

- (1) 图像中心的视觉敏锐度最高
- (2) 暗视觉是无色的