

▶ 万平英 宋静华 编著

# 现代 ▶ 视频工程

XIANDAI SHIPIN GONGCHENG



国防工业出版社  
National Defense Industry Press



# 现代视频工程

万平英 宋静华 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书对现代视频工程所涉及到的基础知识、系统组成、设备工作原理等内容作了较为详细的介绍。本书的内容包括电视节目制作与播出系统、大屏幕显示系统、电视信号传输系统、有线电视系统、视频会议系统以及监控系统,在阐述的同时给出了大量的原理图及实物图,配合部分应用实例,便于广大读者理解和掌握各部分内容,为读者提供全面、有效的参考。此外,每一章的后面列出了相应的思考练习题,可以更好地帮助读者对内容的掌握。

本书可供电子信息科学与技术、电子信息工程、建筑智能化以及自动化等专业的工程技术人员使用,也可作为大专院校相关专业教材或辅导书,或者作为对现代视频工程感兴趣读者的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代视频工程 / 万平英, 宋静华编著. —北京: 国防工业出版社, 2009. 9

ISBN 978 - 7 - 118 - 06524 - 4

I. 现... II. ①万... ②宋... III. 视频系统 IV. TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 146332 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

源中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 22½ 字数 577 千字

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

# 前 言

电视是人们最喜闻乐见、最具影响力的传媒之一,这正是它发展迅速的主要原因。随着现代数字技术的不断进步,数字技术和计算机多媒体技术、网络技术、电视技术以及传播理论的相互融合和促进,使得视频系统的应用越来越广泛。电视技术应用于广播电视领域,促进了广播电视领域的发展,同时在其他领域,如航空工业、教育、娱乐等现代视频系统也得到广泛应用,视频技术几乎渗透到人们工作、生活的每个角落。在这种形势下编写了《现代视频工程》这本书。

本书的撰写考虑到现代技术不断更新,学生在毕业后会发现新的知识没有学到,对于工作中遇到的问题有时无法解决,但是重新学习又有一定的难度。所以本书的编写从实际需求出发,注重基本理论知识、先进技术和实际系统的融合,有针对性地选择系统实例,对不同类型的系统应用进行分析,使读者树立整体观念,理论联系实际,更容易掌握相关知识。为培养行业、企业应用型人才提供理论与实践参考。

本书内容系统、全面,力求最新,理论知识与应用密切结合。编写时从实用性出发,力求理论结合实际,突出新颖性、应用性。以组建各种不同应用的视频系统为目标,以电视系统为主线,首先介绍现代电视系统的组成及各组成部分的工作原理,包括电视摄像设备、视频信号录制设备及处理设备、大屏幕显示设备;其次介绍电视节目播出、传输及显示系统。在此基础上,介绍了几种视频系统实例,如视频会议系统、视频监视系统的特点和工程设计安装、调试等方面的内容。

本书第1章为概述,介绍现代视频工程的基础技术、应用范围及系统组成。第2章~第4章介绍电视摄像设备、录像设备及视频信号处理系统的组成,各组成部分电路的工作原理,系统的连接方法等内容。第5章介绍视频显示设备原理,不同种类显示设备的性能。第6章介绍电视节目制作与播出系统。第7章~第8章介绍电视传输方式,包括电缆、光纤、微波、卫星传输的特点及原理。第9章~第10章介绍传统和现代有线电视系统的分类、组成、主要技术指标和信号源设备。第11章~第12章是一些应用现代新技术的视频系统实例,包括视频会议系统和视频监控系统。

本书第1章~第5章和第7章~第12章由万平英编写,第2章~第4章和第6章由宋静华编写。

由于编者水平所限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

|                                |    |                               |    |
|--------------------------------|----|-------------------------------|----|
| 第1章 绪论 .....                   | 1  | 3.2.3 硬盘高速缓冲存储器 .....         | 50 |
| 第2章 电视摄像设备 .....               | 5  | 3.2.4 硬盘录像机的种类 .....          | 51 |
| 2.1 摄像机的组成及分类 .....            | 5  | 3.2.5 硬盘式视频服务器 .....          | 51 |
| 2.1.1 摄像机的组成 .....             | 5  | 3.3 光盘录像机 .....               | 54 |
| 2.1.2 彩色摄像机的分类 .....           | 6  | 3.3.1 光盘驱动器 .....             | 55 |
| 2.2 摄像机的工作原理 .....             | 7  | 3.3.2 光盘盘片结构 .....            | 55 |
| 2.2.1 光学系统 .....               | 7  | 3.3.3 可重写光盘 .....             | 55 |
| 2.2.2 固体摄像器件 .....             | 10 | 3.3.4 索尼公司的光盘录像机 .....        | 56 |
| 2.2.3 信号处理电路 .....             | 15 | 3.4 半导体存储设备 .....             | 57 |
| 2.3 摄像机的技术指标 .....             | 23 | 3.4.1 半导体存储设备的优点 .....        | 57 |
| 2.4 电视监控摄像及相关基础知识 .....        | 24 | 3.4.2 松下公司的P2卡 .....          | 57 |
| 2.4.1 电视监控系统的组成 .....          | 24 | 3.4.3 MXF文件格式 .....           | 58 |
| 2.4.2 监控摄像机 .....              | 24 | 3.5 数据流磁带机 .....              | 59 |
| 2.4.3 高清监控摄像机 .....            | 28 | 3.5.1 数据流磁带机的存储技术 .....       | 59 |
| 2.4.4 视频图像的分配与传输 .....         | 29 | 3.5.2 数据流磁带机的主要性能<br>指标 ..... | 61 |
| 2.4.5 电视监控系统前端设备<br>选择 .....   | 30 | 思考练习题 .....                   | 62 |
| 思考练习题 .....                    | 31 | 第4章 视频信号处理设备 .....            | 63 |
| 第3章 视频信号录放设备 .....             | 32 | 4.1 电子编辑控制器 .....             | 63 |
| 3.1 磁带录像机 .....                | 32 | 4.1.1 磁带录像机编辑方式 .....         | 63 |
| 3.1.1 磁带录像机的构成 .....           | 33 | 4.1.2 磁带录像编辑设备 .....          | 66 |
| 3.1.2 数字录像机的主要技术 .....         | 38 | 4.2 磁带编辑系统 .....              | 68 |
| 3.1.3 数字录像机的主要格式 .....         | 39 | 4.2.1 磁带编辑系统的编辑方式 .....       | 68 |
| 3.1.4 录像机使用注意事项 .....          | 47 | 4.2.2 电子编辑控制器的逻辑<br>功能 .....  | 70 |
| 3.1.5 录像机的日常维护 .....           | 47 | 4.2.3 电子编辑的操作流程 .....         | 70 |
| 3.2 硬盘录像机 .....                | 48 | 4.3 视频特技切换系统 .....            | 71 |
| 3.2.1 硬盘驱动器及硬盘录像技术<br>基础 ..... | 49 | 4.3.1 电视特技的概念及作用 .....        | 71 |
| 3.2.2 硬盘接口 .....               | 49 | 4.3.2 电视特技的种类 .....           | 71 |
|                                |    | 4.3.3 视频切换系统 .....            | 76 |
|                                |    | 4.4 非线性编辑系统 .....             | 82 |

|                                 |            |                                  |            |
|---------------------------------|------------|----------------------------------|------------|
| 4.4.1 非线性编辑系统的组成<br>及工作原理 ..... | 83         | 6.3.1 节目播出系统的构成 .....            | 137        |
| 4.4.2 网络非线性编辑系统 .....           | 89         | 6.3.2 自动播出系统 .....               | 138        |
| 4.4.3 非线性编辑系统的性能<br>指标 .....    | 92         | 6.3.3 数字播控系统 .....               | 138        |
| 4.4.4 非线性编辑系统的基本<br>编辑过程 .....  | 93         | 6.3.4 网络化编播解决方案 .....            | 139        |
| 思考练习题 .....                     | 94         | 思考练习题 .....                      | 141        |
| <b>第5章 视频显示设备</b> .....         | <b>95</b>  | <b>第7章 电视节目传输</b> .....          | <b>142</b> |
| 5.1 CRT 监视器 .....               | 95         | 7.1 电视信号的传输方式 .....              | 142        |
| 5.1.1 CRT 监视器的分类 .....          | 96         | 7.1.1 电缆传输 .....                 | 142        |
| 5.1.2 黑白 CRT 监视器 .....          | 96         | 7.1.2 光纤传输 .....                 | 145        |
| 5.1.3 彩色 CRT 监视器 .....          | 97         | 7.1.3 微波传输 .....                 | 149        |
| 5.2 大屏幕显示器 .....                | 101        | 7.1.4 卫星传输 .....                 | 150        |
| 5.2.1 液晶显示器 .....               | 101        | 7.1.5 超短波传输 .....                | 151        |
| 5.2.2 等离子体显示器 .....             | 104        | 7.2 电视调制技术 .....                 | 152        |
| 5.2.3 投影式显示器 .....              | 106        | 7.2.1 残留边带调幅 .....               | 152        |
| 5.2.4 发光二极管(LED)<br>显示器 .....   | 113        | 7.2.2 频率调制 .....                 | 153        |
| 5.3 视频显示拼接技术 .....              | 115        | 7.2.3 相移键控 .....                 | 153        |
| 5.3.1 大屏幕拼接技术的发展 .....          | 115        | 7.2.4 正交调幅 .....                 | 154        |
| 5.3.2 大屏幕拼接系统的分类<br>及组成 .....   | 116        | 7.2.5 正交频分复用 .....               | 154        |
| 5.3.3 大屏幕拼接技术 .....             | 117        | 思考练习题 .....                      | 156        |
| 5.3.4 大屏幕拼接技术举例 .....           | 119        | <b>第8章 地面与卫星电视系统</b> .....       | <b>157</b> |
| 思考练习题 .....                     | 123        | 8.1 地面电视系统 .....                 | 157        |
| <b>第6章 电视节目制作与播出</b> .....      | <b>124</b> | 8.1.1 系统构成 .....                 | 157        |
| 6.1 演播室视音频系统 .....              | 124        | 8.1.2 模拟地面电视广播 .....             | 158        |
| 6.1.1 控制室 .....                 | 125        | 8.1.3 数字地面电视广播 .....             | 160        |
| 6.1.2 演播室 .....                 | 126        | 8.2 卫星电视系统 .....                 | 163        |
| 6.1.3 演播室视频系统 .....             | 128        | 8.2.1 系统构成 .....                 | 163        |
| 6.1.4 演播室音频系统 .....             | 129        | 8.2.2 模拟卫星电视广播 .....             | 165        |
| 6.1.5 虚拟演播室系统 .....             | 131        | 8.2.3 数字卫星电视广播 .....             | 166        |
| 6.2 实况直播系统 .....                | 135        | 思考练习题 .....                      | 170        |
| 6.2.1 实况直播系统的组成 .....           | 135        | <b>第9章 有线电视系统</b> .....          | <b>171</b> |
| 6.2.2 电视转播车 .....               | 136        | 9.1 概述 .....                     | 171        |
| 6.3 节目播出系统 .....                | 137        | 9.1.1 有线电视系统的分类<br>和组成 .....     | 171        |
|                                 |            | 9.1.2 有线电视系统的频段划分<br>和频道配置 ..... | 174        |
|                                 |            | 9.1.3 有线电视系统的主要                  |            |

|                         |     |                            |     |
|-------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 技术指标 .....              | 175 | 简介 .....                   | 246 |
| 9.2 信号源设备 .....         | 181 | 10.2.2 交互式有线电视系统平          |     |
| 9.2.1 开路广播电视接收天线 .....  | 181 | 台的构成 .....                 | 247 |
| 9.2.2 卫星地面接收系统 .....    | 182 | 10.2.3 交互式有线电视系统的          |     |
| 9.2.3 自办节目系统 .....      | 182 | 数字终端 .....                 | 248 |
| 9.2.4 接收其他有线网传送         |     | 10.3 现代有线电视数字终端 .....      | 250 |
| 信号的相应设备 .....           | 182 | 10.3.1 机顶盒的功能 .....        | 250 |
| 9.2.5 微波接收天线和微波接        |     | 10.3.2 机顶盒的组成及关键技术 .....   | 250 |
| 收机 .....                | 183 | 10.4 有线电视网络中的综合业务 .....    | 252 |
| 9.3 前端 .....            | 183 | 10.4.1 有线电视网传输电话           |     |
| 9.3.1 前端的功能和技术要求 .....  | 183 | 业务 .....                   | 252 |
| 9.3.2 前端设备 .....        | 184 | 10.4.2 宽带数据通信系统 .....      | 256 |
| 9.3.3 邻频前端的类型及组成 .....  | 192 | 10.4.3 宽带接入技术 .....        | 260 |
| 9.3.4 前端技术参数设计 .....    | 195 | 10.4.4 有线电视系统的双向           |     |
| 9.4 电缆传输系统 .....        | 196 | 改造 .....                   | 262 |
| 9.4.1 电缆传输设备 .....      | 196 | 思考练习题 .....                | 264 |
| 9.4.2 电缆干线系统 .....      | 205 | 第 11 章 视频会议系统 .....        | 265 |
| 9.4.3 用户分配网络 .....      | 208 | 11.1 视频会议概述 .....          | 265 |
| 9.4.4 电缆双向传输 .....      | 213 | 11.2 视频会议的分类和标准 .....      | 266 |
| 9.5 光缆传输系统 .....        | 215 | 11.2.1 视频会议的分类 .....       | 266 |
| 9.5.1 光纤传输的特点 .....     | 215 | 11.2.2 视频会议的国际标准 .....     | 266 |
| 9.5.2 光缆传输的组成及原理 .....  | 216 | 11.3 视频会议系统的组成 .....       | 270 |
| 9.5.3 光缆传输系统的主要设        |     | 11.3.1 H. 320 视频会议系统 ..... | 270 |
| 备和部件 .....              | 219 | 11.3.2 IP 视频会议系统 .....     | 271 |
| 9.6 微波传输系统 .....        | 231 | 11.4 视频会议领域的角色与视频          |     |
| 9.6.1 AML 系统 .....      | 231 | 会议产品 .....                 | 273 |
| 9.6.2 MMDS 系统 .....     | 232 | 11.4.1 视频会议领域的角色 .....     | 273 |
| 9.6.3 数字微波 .....        | 234 | 11.4.2 视频会议产品形态 .....      | 274 |
| 9.6.4 微波传输系统的主要         |     | 11.4.3 视频会议系统典型产品 .....    | 275 |
| 设备 .....                | 234 | 11.5 视频会议系统方案及系统           |     |
| 思考练习题 .....             | 236 | 组建 .....                   | 278 |
| 第 10 章 现代有线电视系统 .....   | 237 | 11.5.1 硬件和软件视频会议           |     |
| 10.1 现代有线电视系统原理 .....   | 237 | 系统方案 .....                 | 278 |
| 10.1.1 现代有线电视前端组成 ..... | 238 | 11.5.2 视频会议系统的组建 .....     | 284 |
| 10.1.2 数字有线前端 .....     | 240 | 11.6 视频会议工程实例——现代会         |     |
| 10.1.3 付费电视系统 .....     | 242 | 议室 .....                   | 289 |
| 10.2 交互式有线电视系统 .....    | 246 | 11.6.1 现代会议室的组成和           |     |
| 10.2.1 交互式有线电视系统        |     | 功能 .....                   | 289 |

|                               |            |                                 |            |
|-------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| 11.6.2 现代会议室实例 .....          | 298        | 12.5 视频监控系统的建设与设计               |            |
| 思考练习题 .....                   | 303        | 案例 .....                        | 331        |
| <b>第 12 章 视频监控系统</b> .....    | <b>304</b> | 12.5.1 视频监控系统方案书 .....          | 331        |
| 12.1 视频监控系统概述 .....           | 304        | 12.5.2 视频监控系统设计案例 ...           | 332        |
| 12.1.1 视频监控系统组成 .....         | 304        | 思考练习题 .....                     | 343        |
| 12.1.2 视频监控系统分类及<br>特点 .....  | 305        | <b>附录</b> .....                 | <b>344</b> |
| 12.2 视频监控系统原理 .....           | 307        | 附录 1 无线电波频段划分 .....             | 344        |
| 12.2.1 传统视频监控系统 .....         | 307        | 附录 2 VHF、UHF 波段电视频道<br>划分 ..... | 344        |
| 12.2.2 多媒体视频监控系统 .....        | 312        | 附录 3 C/Ku 频段频道划分 .....          | 347        |
| 12.3 网络视频监控系统 .....           | 319        | 附录 4 CATV 增补频道划分 .....          | 347        |
| 12.3.1 网络视频监控系统原理 ...         | 319        | 附录 5 卫星上的我国电视节目<br>(部分) .....   | 349        |
| 12.3.2 网络基础 .....             | 320        | 附录 6 有线电视系统的主要技术<br>参数 .....    | 350        |
| 12.3.3 网络视频设备 .....           | 324        | <b>参考文献</b> .....               | <b>352</b> |
| 12.4 视频监控系统典型设备 .....         | 326        |                                 |            |
| 12.4.1 视频监控、报警设备<br>外形图 ..... | 326        |                                 |            |
| 12.4.2 典型监控系统设备 .....         | 327        |                                 |            |

# 第1章 绪 论

## 本章主要内容

- 现代视频工程的含义
- 现代视频工程技术基础
- 视频技术的应用
- 视频系统的应用
- 现代视频工程所包括的具体内容

视频工程是指利用视频图像的产生、处理、传输、再现等技术,实现各种视频应用的系统或工程。现代视频工程是指利用现代的数字电视技术、计算机技术、通信技术、网络技术等实现各种应用的视频系统或工程,是传统系统的升级模式。

随着现代数字技术的不断进步,视频系统的应用无处不在,所需要的技术人员也供不应求。但是由于篇幅所限,本书主要介绍电视节目制作与播出系统、信号传输与有线电视系统、视频会议系统,以及视频监控系统的组成、工作原理和工程举例。本书先介绍这些系统的共同基础:摄像机、视频录放设备、处理设备、显示设备等,介绍这些主要设备的功能、工作原理、技术指标、设备相互间的接口技术。然后再介绍根据不同视频系统的整体要求,怎样组建满足各自要求的系统等工程与技术内容。既包括传统系统又包括现代系统。讲述传统的系统有利于对原理的掌握,在此基础上现代系统的问题便迎刃而解。

### 1. 现代视频工程基础

视频工程是个系统工程,是应用性很强的领域,现代视频工程更是融合了视音频技术、计算机技术、网络技术、通信技术于一体。现代视频工程的基础就是电视技术,电视技术是一门新兴但发展迅速的技术。由黑白到彩色、由模拟到数字、由标清到高清,一步一个飞跃。之所以能够如此迅速的发展,一方面是由图像视频信号本身的特点所决定,它直观、形象、真实,信息量大,符合人们获取信息的习惯,而且可以记录、传输。另一方面相关技术的不断产生和发展,推动了电视技术的发展。如新材料、新技术的结合,使摄像器件、存储、传输、显示、系统控制等每个环节都不断升级换代。由传统摄像管发展到现代的 CCD,由模拟磁带存储到数字硬盘、光盘存储等,由模拟基带、频带传输到压缩数字、数据传输流、复合流到高速数据信号传输,由传统的黑白电视显示器到彩色大屏幕高清投影和平板显示等,这些都是通信技术、计算机技术、网络技术、数字信号处理技术与电视技术交叉应用的结果。

### 2. 视频技术的应用

广播电视系统是个复杂又庞大的系统,技术含量高且全面。视频技术的每一次发展和进步,一般都首先应用于广播电视领域,然后再应用于其他视频领域,如银行、超市、商场、宾馆、交通、工矿的视频监控;学校教学电视、医用电视、测量电视以及可视电话和会议电视等。

随着新技术、新应用不断向各领域渗透,如有线电视广播,利用其宽带传输的优势开展各种综合业务;视频会议向高清晰发展,向中小型企业和个人应用发展;视频监控一般用于小规模

封闭系统,为适应视频监控技术的发展和全民安防的要求,网络化大型监控系统已成为今后发展的方向。

### 1) 动态图像传输的成功应用

动态图像传输是图像压缩技术和调制技术相结合的产物,其图像压缩、处理、记录都是在数字信号基础上进行的,利用公共信息网络的开放性来传输动态图像。

在传统的应用中,窄带介质、低数据率动态图像的可视电话和电视会议系统是数字视频较为成功的实例。

### 2) 多媒体技术完全融入各种视频系统

视频技术、图像压缩技术、计算机技术的发展、相应标准的完善、各种专用芯片的研制成功,使得多媒体视听技术很好地融入了各种视频应用中。

### 3) 数字信号处理技术的广泛使用

数字信号处理技术广泛应用,摄像技术、图像拼接、分割分时记录和视频探测等,都是利用数字处理技术对信号进行并行和分时处理,分别处理各分量指标,实现多路视频信号的同步,解决扫描变换等问题。

数字处理技术很容易完成各种图像的分解、组合及简单的图像分析,使各种设备的功能更为完善,性能大为提高。

### 4) 高速双向网络的应用

随着信息高速公路的建设,视频技术的应用会更加广泛,视频系统会出现更多的组织模式。

实时双向电视传输系统的典型应用体现在教学、可视电话、视频会议、视频点播等领域中。

## 3. 视频系统的发展和应用

信号的摄取、存储、重放和再现技术不断进步和发展,传输技术的不断提高,使视频技术的发展如虎添翼,应用渗透到千家万户及各个领域。图像视频信号可视、直观形象、信息量大、可记录、可传输,符合人们获取信息的习惯。目前数字技术和计算机多媒体技术、网络技术、电视技术以及传播理论的相互融合和促进,使得视频新技术广泛运用在广播电视领域,如地面、有线、卫星广播;生活领域,如家庭娱乐、视频点播等;教育领域,如远程学习等;医疗领域,如远程诊断等。每个系统都是一个大的视频工程,内部又包含多个系统。此外,航天工程、海底探索等高科技领域也都把视频技术和系统作为重要的工具。随着新技术的发展和人们需求的不断增加,视频系统应用领域也不断增加、扩大,需求也在不断提升。

视频系统的应用非常广泛,几乎渗透到人们工作、生活的各个角落。下面是一些有代表性的应用系统:演播室视音频系统、有线电视系统、视频会议系统、视频监控系统、视频点播系统厅堂视听系统、体育场馆视听系统、歌舞厅、多媒体教室、流动视听系统、家庭视听点播监控系统等。

演播室是录制视频节目的场所,除了电视台,一些大型企事业单位、教学单位也都有自己的演播室,演播室具有较好的视频系统、音响系统、灯光照明系统及布景装置等,配备高档节目制作设备。其摄像机、话筒、各种灯具分布在演播大厅,其他视音频制作设备都布置在控制机房,分为视频系统,音频系统和灯光系统三大类。

有线电视系统的基本功能是从空间收集的节目信号和有线台自办的节目信号,高质量地传输到用户接收设备中,双向系统可以利用其带宽优势扩展其应用,如数据传输、节目点播、电视购物等功能。

视频会议系统是利用现代电视技术、通信技术、计算机网络技术等,使相距很远的两个或两个以上的地方,在同一时间召开会议的一种通信方法,是现代会议室的一个重要组成部分。也

可应用于行政办公、远程教学、远程医疗诊断等多个领域。

视频监控是社会公共安全防范体系中的一种有效手段,是技术防范系统中的三大要素(视频监控、入侵报警、门禁系统)之一,广泛应用于银行、超市、海关等场所,还用于生产、交通、社会治安等的安全防范、病房监护、教学监管等领域。

视频点播系统是现代数字化家庭的主要休闲娱乐要求,根据系统架构不同,用户可在双向系统中通过有线电视机顶盒直接向电视台点播节目;可以利用计算机或电话线通过 Internet 网络点播;若小区多媒体视频监控系统将综合服务功能结合在一起,那么用户就可以通过计算机或电话线向监控中心发出视频点播命令,监控中心将用户点播的节目通过有线电视网络传给用户。用户还可以通过电话线接入 Internet 网从网上得到自己想要的信息,也可以由监控中心有线电视网络传输给用户。一旦发生报警,监控中心将切断用户的所有节目源,将报警点的各种图文信息发送出去。

另外,对于现代体育场馆、多功能厅、歌舞厅及家庭视听系统,视频监控也是必不可少的,而且逐步向高清晰、大屏幕方向发展。

随着传输网络的发展,宽带主干网、卫星网、宽带接入网的普遍应用,原来受限制的宽带信号,现在能够占用足够的宽带进行传输,即时性很强、便捷、直观、形象。也可以利用硬盘把视频信息存储起来,为以后所用。

4. 本书具体讲述的内容

视频技术广泛应用于各领域,不同应用场合的视频系统,其功能和要求是不同的,但基本原理是相同的。一般来说可以分为前端部分、传输部分和终端部分,如图 1-1 所示。本书也将从这三个部分以及综合应用方面来详细讲述视频工程和现代视频工程所包括的内容。

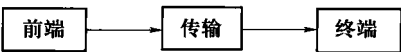


图 1-1 视频系统的组成

1) 前端部分

前端一般包括信号源设备和前端处理设备。信号源设备有很多种,如在广播电视领域,包括演播室摄像、录像设备所拍摄的节目,也包括演播室接收的现场实况直播系统发送回来的信号,以及其他通过卫星、微波等传输的信号,这部分内容将在第 6 章进行讲述。

摄像机所拍摄的画面是最直接的视频信号源,摄像机能够将景物光像转变为电信号,以便后期加工处理。目前使用的摄像机大多为数字摄像机,与模拟摄像机相比,具有很好的性能指标,这部分内容将在第 2 章进行讲述。

对于数字摄像机产生的视频信号必须加以记录才能在日后进行观看,这就涉及到目前市场上不同压缩格式录像机的使用,这部分内容将在第 3 章讲述。

在电视信号形成的过程中为了丰富画面效果,还要通过编辑系统为画面添加一些字幕及视频特技,以得到组接好的具有不同艺术效果的电视节目。这可以通过线性编辑系统和非线性编辑系统来实现,见第 4 章。

2) 传输部分

传输包括传输媒介和相应的放大、处理设备。制作播出后的电视节目,还需经过各种不同的传输途径、方法和手段,才能到达用户的终端和其他目的地。这包括电视台的播出系统将电视信号发射出去(见第 6 章),还包括电缆、光纤、微波以及卫星等传输方式将电视信号传输到用户终端。不同的传输方式采用的介质、信号调制方式和传输通道均有差异,这部分内容将在第 7 章和第 8 章中进行讲述。

有线电视系统是采用同轴电缆、光缆或者微波等媒介进行传输的、使用最广泛的一种传输方式,具有频带宽、覆盖面大的优势。随着 Internet 技术的发展,以及以 IP 为代表的业务数据的爆炸式增长,有线电视正在由传统的、单一的、独立的系统,逐步向现代的、开放的、具有多种扩展业务和增值业务的综合系统发展,并逐渐形成在一定的用户中分配或交换声音、图像、数据及其他信号,为用户提供多套电视节目及各种信息服务的电视网络体系。这部分内容见第 9 章和第 10 章。

### 3) 终端部分

终端包括终端处理设备和重现设备、记录设备等。用户接收到的电视信号可以利用不同的视频显示设备观看,包括 LCD 液晶显示器、等离子显示器、大屏幕显示等。液晶显示器与普通的显示器相比具有像素位置精确、平面显示、厚度薄、重量轻、无辐射、低能耗、工作电压低等优点。等离子体显示器是继液晶显示器之后的新一代显示设备,具有超薄超轻、易实现大屏幕显示、图像清晰逼真、刷新速度快、亮度高等优点,既可以用作高档家庭显示设备,还适合应用于公共场所的多媒体信息显示、会议电视和视频监控等系统。这部分内容将在第 5 章进行介绍。

### 4) 综合应用

凡是包含视频系统三大部分内容的工程体系,都可称为是综合应用。例如本书讲述的电视节目制作与播出系统、地面与卫星电视系统、有线电视系统、现代有线电视系统、视频会议系统、视频监控系统等,即第 6 章至 12 章的内容。

目前视音频编码技术的不断发展和宽带网络技术的进步,视频传输的实现变得更容易,而且成本更低,这使得视频传输的需求日益增长。由于网络环境已经真实存在,因而在网络环境下,只要借助特定功能的接入设备及相应的驱动软件,即可实现多系统的融合,如现代有线电视的综合业务、电视监控与防入侵报警、电视监控与视频会议、电视监控与 MIS(管理信息系统)等。不过,由于实时图像信息的数据量远高于语音及控制信息的数据量,因而传输数字化的视音频信号都将会占据很宽的网络带宽,因此在基于网络的电视监控系统中,网络带宽将是需要考虑的重要指标之一。视频会议系统将在第 11 章讲述,电视监控系统将在第 12 章讲述。

但是上面对于视频系统组成的分法又不是绝对的,往往一个视频系统的前端可能是其他视频系统的终端,而一个系统的终端又往往是另一个视频系统的前端。另外,前端常常不止一个,对于现代大型开放的系统来说更是这样。

例如,在节目制作与播出系统中,来自演播室拍摄和制作好的电视节目会送入播出系统中,通过不同的传输方式使人们能够在终端电视机中收看。这里,演播室系统就是播出系统的前端。而演播室的信号中除了摄像机拍摄的信号外,还包括从卫星或地面方式传输来的其他远地信号,这些信号来源即为演播室系统的前端。播出系统要通过不同的传输介质才能到达终端,这时播出系统又可作为传输系统的前端。

在有线电视系统中,通常所说的前端是指本地前端,除此之外还有两种前端:远地前端和中心前端。由远地前端经过长距离地面或卫星线路把信号传递到本地前端。中心前端是一种辅助前端,通常是在其服务区域的中心,输入来自本地前端及其他可能的信号源。因此,视频传输系统是一个开放的系统。

综上所述,现代视频工程涉及到非常广的应用领域,是具有开放性的视频系统,学好现代视频工程的系统组成、技术指标、设备使用方法,了解实际使用中的典型系统应用,就能够在技术不断更新进步的情况下很好地从事相关行业的工作。

## 第2章 电视摄像设备

### 本章主要内容

- 电视摄像机的组成和基本原理
- 摄像机信号处理电路
- 摄像机的主要技术指标

### 2.1 摄像机的组成及分类

#### 2.1.1 摄像机的组成

摄像机是一种把景物光像转变为电信号的装置。从能量的转变来看,摄像机是一个能够进行光、电、磁转换的设备。

彩色摄像机自 20 世纪产生以来,摄像器件不断发展,经历了电子管、晶体管、摄像管及固体摄像器件时代,整机也经历了从黑白到彩色、从模拟到数字的转变。目前使用的摄像机大多为数字摄像机。但是由于摄像器件输出的信号为模拟信号,因此所有的数字摄像机从严格意义上讲都应称为“数字处理摄像机”。而一般将数字信号处理电路占 70% 以上的摄像机称为数字摄像机。

彩色摄像机的主要功能是将外界的光学景物图像通过光学系统分解为 R、G、B 三基色图像,经固体摄像器件转换为电信号,并放大处理、最终编码形成符合标准的电视信号。摄像机就其结构来说可以分成光学系统(包括光学镜头和分色棱镜)、光电转换系统(主要指固体摄像器件)以及处理电路系统,如图 2-1 所示。

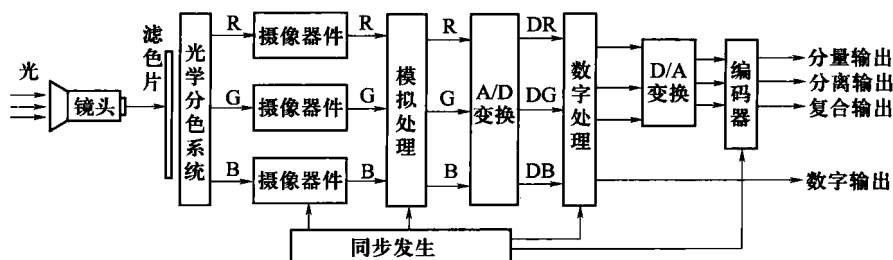


图 2-1 摄像机的组成结构

#### 1. 光学系统

##### 1) 光学镜头

光学系统的主要部件是光学镜头,电视画面的清晰程度和影像层次是否丰富等表现能力,受光学镜头的内在质量所制约。光学镜头是精密的器件,由透镜系统组合而成,而透镜系统又包含着许多片凸凹不同的透镜,其中凸透镜的中心比边缘厚。当被摄对象经过光学系统透镜的折射后,在光电转换系统的摄像管或固体摄像器件的成像面上成像。

镜头有固定焦距镜头和可变焦距镜头两种,固定镜头可划分为标准镜头、长焦距镜头和广角镜头。标准镜头的焦距和人眼正常的水平视角相似。在使用标准镜头拍摄时,被摄对象的空间和透视关系与摄像者在寻像器中所见到的相同。焦距 50mm 以上称为长焦距镜头,16mm 以下的称为广角镜头。

在摄像机中使用的主要是变焦距镜头。变焦距镜头具有在一定范围内连续改变焦距而成像面位置不变的性质,即一个透镜系统能实现从“广角镜头”到“标准镜头”、“长焦距镜头”的连续转换。该镜头已成为摄像机上运用最广泛的镜头,其作用是将景物聚焦成像在固体摄像器件的感光面上。通常在专业级以上的摄像机中,多采用手动方式调节聚焦。在多数家用摄像机中采用自动聚焦系统,自动聚焦装置有四种工作方式,即红外线方式、超声波方式、海耐乌艾方式和佳能 SST 方式。它们都有较高的测量精度,分别被应用在不同类型的摄像机之中。

## 2) 滤色片

滤色片包括中性滤色片和色温滤色片。

中性滤色片主要是对强太阳光进行衰减,它可以对波长在 400nm ~ 700nm 之间的光进行等比例衰减,用于晴朗的室外阳光强烈但又不能通过减小光圈(景深也会发生变化)来达到减少进光量的环境。也可以通过使用中性滤色片而达到增大光圈产生一定艺术效果的拍摄。中性滤色片用 ND 表示,如 1/4ND 表示光的透射率为 0.25,1/8ND 表示光的透射率为 0.125。

色温滤色片用于调节白平衡,安装在镜头的后面,用来改变不同频率光的入射比例。常用的色温滤色片有 0K、3200K、5600K、5600K + 1/8ND 几种。

## 3) 分光棱镜

分光棱镜用于将入射光线分解为 R、G、B 三路成像于摄像器件的三个面上。

## 2. 光电转换系统

光电转换系统是摄像机的核心,用于将光信号变为电信号,但其输出的电信号仍为模拟信号,如在数字摄像机中使用还需进行模数转换才能形成数字信号。目前,常用的 CCD 固体摄像器件有单片式和三片式。

## 3. 处理电路

当光学系统把被摄对象的光学图像转变成相应的电信号后,便形成了被记录的信号源。但是这时的信号很微弱,如果不进行后期处理直接记录的话,很容易会被噪声信号所淹没。处理电路就是用于将摄像器件输出的微弱电信号进行放大、处理、校正、最终编码输出符合标准的电视信号,主要指视频处理及编码电路,系统控制电路等。

### 2.1.2 彩色摄像机的分类

#### 1. 按照使用的领域分类

(1) 广播级摄像机:主要指应用于广播级电视节目制作的摄像机,其机器性能好,拍摄出来的画面质量好。但是通常体积和质量都比较大,适合于在演播室内使用,价格较昂贵。

(2) 专业级摄像机:主要指用于对电视节目质量要求不是特别高的场合,如企事业单位、小型电视节目制作部门等。其机器性能较好,拍摄画面质量较高,价格适中。

(3) 家用级摄像机:主要用于家庭娱乐,其性价比好,操作方便,可以拿起来就拍,即使没有学过摄像的人也可以很容易地操作。

#### 2. 按照所使用的摄像器件分类

(1) 摄像管摄像机:采用阴极射线管作为摄像器件,其质量大,体积大,目前使用较少。

(2) 固体摄像器件摄像机:采用半导体器件 CCD 作为摄像器件,体积小,质量小,是目前摄

像机普遍采用的摄像器件。

### 3. 按照所使用的固体摄像器件的数量分类

- (1) 单片摄像器件。
- (2) 三片摄像器件。

## 2.2 摄像机的工作原理

### 2.2.1 光学系统

摄像机的光学系统是决定电视图像质量的关键部件,其功能主要是将景物光线通过镜头进行折射并最终在摄像器件上成像的装置,包括光学镜头、滤色片和分光棱镜。

#### 1. 变焦镜头

镜头是电视系统中必不可少的部件,镜头与 CCD 摄像机配合,可以将远距离目标成像在摄像机的 CCD 靶面上。

镜头的种类繁多,从焦距上分类,可分为短焦距、中焦距、长焦距和变焦距镜头;从视场的大小分类,可分为广角、标准、远摄镜头;从结构上分类,还可分为固定光圈定焦镜头、手动光圈定焦镜头、自动光圈定焦镜头、手动变焦镜头、自动光圈电动变焦镜头、电动三可变镜头(指光圈、焦距、聚焦这三者均可变)等类型。由于镜头选择得合适与否,直接关系到摄像质量的优劣,因此,在实际应用中必须合理选择镜头。

光学可变焦镜头的英文名称为 Optical Zoom,通过光学镜头结构来实现,也是摄像机真实成像能力的体现。摄像机的光学变焦通过镜片移动来放大与缩小需要拍摄的景物,光学变焦倍数越大,能拍摄的景物就越远。

目前摄像机使用的都是变焦距镜头,变焦距镜头由许多单透镜组成,最简单的是由两个凸透镜组成的组合镜。近年来随着多用途摄像机的发展,变焦镜头的变焦范围也比过去有了很大的进步。从过去的 6 倍变焦已发展到几十倍。广播级用途的摄像机其变焦距镜头的变焦比已达近百倍,可应用的产品也较多。摄像机镜头结构如图 2-2 所示。

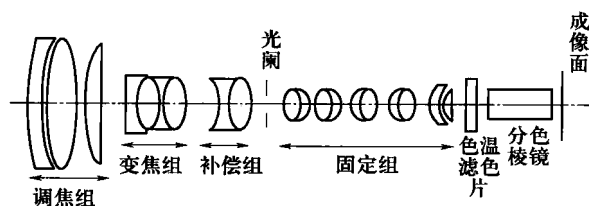


图 2-2 摄像机镜头

摄像机的镜头是一套精密的光学组件。所有的部件装在一个圆筒形的外壳内,具有良好的光学性能。镜头是摄像机的眼睛,为了适应不同的监控环境 and 要求,需要配置不同规格的镜头。例如在室内的重点监视,要进行清晰且大视场角度的图像捕捉,需配置广角镜头;在室外的停车场,既要看到停车场全貌,又要能看到汽车的细部,这时候需要广角和变焦距镜头,在边境线、海防线的监控,需要超远图像拍摄。

光圈安装在镜头的后部,光圈开得越大,通过镜头的光量就越大,图像的清晰度越高;光圈开得越小,通过镜头的光量就越小,图像的清晰度越低。通常用  $F$  (光通量) 来表示。 $F = \text{焦距}(f) / \text{通光孔径}$ 。在焦距  $f$  相同的情况下,  $F$  值越小,光圈越大,到达 CCD 芯片的光通量就越大,

镜头越好。

### 1) 成像面与焦距的关系

焦距是镜头和感光元件之间的距离,通过改变镜头的焦距,可以改变镜头的放大倍数,改变拍摄图像的大小。光学变焦是通过景物、镜头和焦点三方的位置发生变化而产生的。假定两个透镜之间的距离为 $X$ ,通过改变 $X$ 的长短,就能使组合透镜的焦距发生变化。这是变焦距镜头的最基本原理。但是,当 $X$ 发生改变后,不仅使焦距发生了变化,而且成像面的位置也会有所改变。

当物体与镜头的距离很远时,可用下面公式表达:镜头的放大倍数 $\approx$ 焦距/物距。增加镜头的焦距,可以将远景拉近,画面的范围小了,远景的细节看得更清楚了;如果减小镜头的焦距,画面的范围扩大了,能看到更大的场景。为了使成像面的位置不变,还必须再增加几组透镜,并有规律地共同移动。因此,摄像机中的变焦距镜头至少要有三组组合透镜,即调焦组、变焦组和像面补偿组。根据透镜成像原理,为使景物成像大小保持不变,当物距增大时,应加大焦距,反之亦然。

当物距不断减小,即被拍摄的物体不断接近镜头,就可能使摄像机不能形成清晰的像,成像面不能落在摄像器件的受光面上,这时称这个拍摄距离为近摄距。任何一个镜头都有一个拍摄景物的最近距离。

### 2) 视场角与焦距的关系

一个摄像机镜头能涵盖多大范围的景物,通常以角度来表示,这个角度就叫镜头的视场角。视场角指从镜头光心看景物或像面所成的夹角。视场上所呈现的影像,中心和边缘的清晰度和亮度不一样。中心部分及比较接近中心部分的影像清晰度较高,也较明亮;边缘部分的影像清晰度差,也暗得多。这边缘部分的影像,对摄像来说是不能用的。变焦距镜头在变焦时,视场角也发生了改变,视场角与焦距成反比关系。在对同一距离的同一目标拍摄时,焦距越长,视场角越小;反之,焦距越短,视场角越大。即短焦镜头(或广角镜头)所拍摄的视场角比较大,长焦镜头所拍摄的视场角则比较小。

在工程实际中,我们常用水平视场角来反映画面的拍摄范围。焦距 $f$ 越大,视场角越小,在感光元件上形成的画面范围越小;反之,焦距 $f$ 越小,视场角越大,在感光元件上形成的画面范围越大。

### 3) 景深与焦距的关系

光学镜头能把景物空间中一定范围的物体在像平面上都能形成较清晰的像,这个范围所对应的“空间深度”(纵深距离)称为景深。这就是说,镜头拍摄景物时是有一定的清晰范围的。当镜头对准被摄景物时,被摄景物前面的清晰范围叫前景深,后面的清晰范围叫后景深。前景深和后景深加在一起,也就是整个电视画面从最近清晰点到最远清晰点的深度,叫全景深。一般所说的景深就是指全景深。

当镜头焦距不变且拍摄距离不变时,光圈越小,景深越大;反之,光圈越大,景深越小。

当光圈系数和拍摄距离都不变时,镜头焦距越短,景深越大;镜头焦距越长,景深越小。

当镜头焦距和光圈系数都不变时,物距越远,景深越大;物距越近,景深范围越小。

在实际拍摄的节目中经常会看到这样的画面,有时画面上被摄主体中前面清晰而后面模糊,或者相反被摄体是后面清晰而前面模糊,或者是只有被摄体清晰而前后者都模糊,这些画面都是由镜头的焦距变化所产生的景深变化形成的。即通过长焦距镜头的选择性聚焦来完成的,由于长焦距镜头所拍摄的景深比较小,通过改变聚焦点就可以实现上述的虚实结合的画面。景深原理在摄像上有着极其重要的作用。正确地理解和运用景深,将有助于拍出满意的画面。

#### 4) 镜头像场的亮度分布

摄像机在拍摄景物时,在焦距和照度不变的情况下,像场亮度从中心到边缘是逐渐减弱的,即偏离光轴越远的地方,在成像面上像的亮度也就越暗,而且随着光圈数值减小,减弱变化加快。当光圈和照度不变,随着焦距的增加,减弱变化也加快。

#### 5) 镜头的杂散光和色差

镜头是由多片镜片组成的。光线射到镜片上时,除了折射还有反射。镜片之间的不规则乱反射形成了杂散光。变焦镜头在长焦距时,由于像场较暗,杂散光较明显。这种杂乱反射光是有害的,为此在摄像机中需要设置杂散光校正电路。

透镜对不同波长的光的折射率是不同的,当白光入射到透镜后,各种光所成像在像平面上不重合。因此在成像面上形成以某种颜色光点为中心的彩色圈,这就是色差。由于透镜的放大率与焦距有关,而焦距对不同波长的光是有差异的,因此放大率也随不同波长的光而变化,这称为放大率色差。它使成像面出现彩色重合不良。

### 2. 滤色片

滤色片包括色温滤色片和中性滤色片两种。

#### 1) 色温滤色片

用于校正色温的滤色片称为色温滤色片。色温这个概念是用来区别光的变化的,是摄像机在不同光源条件下正确再现色彩的重要指标,一般用开尔文来表示,而不是用摄氏温度单位。

色温的严格定义为:当光源所发射的光的颜色与黑体(指在辐射作用下既不反射也不透射,而把落在它上面的辐射全部吸收的物体。当对黑体继续加热使温度不断升高时,所发出的光有一定的颜色,其变化顺序是红—黄—白—蓝)在某一温度下辐射光的颜色相同时,黑体的这个温度称为该光源的颜色温度,简称色温。色温表示的是光源的不同光谱的组合,而不是光线的实际温度。色温低,颜色偏红;色温高,颜色偏蓝。

摄像器件是有工作标准色温的,自然界景物呈现的色彩不仅与本身特征有关,而且与照明光源的光谱成分(即光源的色温)有关。由于各种光源的色温不相同,且色温又随着环境光源的强弱而变化,但摄像机所需的平衡色温是固定的。我国 PAL-D 制摄像机机内的标准色温为 3200K,摄像机接受色温的原理是把一切不同的色温通过不同的滤色片以及白平衡的校正还原成 3200K 记录到 CCD 上。为了能够正确再现所拍景物的色彩,当景物光入射到摄像器件之前应当进行色温校正,使其与摄像器件的色温近似一致。因此在景物光线进入摄像器件前用色温滤色片将其色温补偿为 3200K,可以基本上达到色彩平衡,重现的电视图像就不会出现彩色失真。但是由于拍摄现场的色温不断变化,因此这种调整是粗略的,需要设置专门的色温校正电路,即白平衡电路。

专业彩色摄像机一般是将多片不同的滤色片镶在一个圆盘上,摄像时可根据光源的色温和光线的强弱情况拨动圆盘,以取得合适的位置。专业摄像机上一般有四个可旋转选择的滤色片,分别标为 1、2、3、4,通过一个旋钮控制。1 为 3200K,是无色透明的滤色片,通常在演播室里或者碘钨灯情况下使用;3 为 5600K,呈橙色,通常在日光、阴天等白天使用;2 和 4 就在 5600K 的色温下混合了 1/16 和 1/4 的灰镜。家用摄像机一般不装有滤色片,主要通过电路调整来适应不同的光源。

摄像机除了内部带有的滤色片外,有时还有通过在镜头前加滤色镜来调节色温平衡和营造特殊效果。

#### 2) 中性滤色片

中性滤色片又称灰镜,是用来减小光通量的滤色片。中性滤色片的另一个作用是可以获得