



闭路电视监控
系/列/丛/书

闭路电视监控 实用教程

杨磊 李峰 田艳生 李林燕 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

闭路电视监控系列丛书

闭路电视监控实用教程

杨磊 李峰 田艳生 李林燕 编著



机械工业出版社

本书对闭路电视监控系统所涉及的基础知识、设备原理与功能参数及其系统的构成等做了较为详细的介绍,其中 CMOS 图像传感器技术、新型 DSP 摄像机中的相关双取样及智能背光补偿与超宽动态等技术、非球面光学镜头技术、多媒体监控系统及其应用软件、基于各类宽带网络的远程监控技术、数字硬盘录像等均是近些年来出现在电视监控系统中的新技术。本书附有大量的原理图及实物图,还给出了部分应用实例,力求使本书为广大读者提供尽可能全面、有效的参考。另外,在每一章的后面都列出了本章复习思考题,可以帮助读者回忆相关内容,进一步加深对该部分内容的理解。

本书可供从事安全防范技术、计算机系统集成技术、有线电视技术的工程技术人员及管理人员使用,也可作为大专院校相关专业教材或职业培训教材,供师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

闭路电视监控实用教程/杨磊等编著. —北京:机械工业出版社, 2005. 6

(闭路电视监控系列丛书)

ISBN 7-111-16249-8

I. 闭… II. 杨… III. 闭路电视—监视控制—教材 IV. TN943. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 018156 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王虹 版式设计:冉晓华 责任校对:张晓蓉

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

成都新华印务有限责任公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ 20.75 印张 497 千字

0 001—4 000 册

定价:35.00 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

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

近年来,我国电视监控市场持续发展,这可从两个方面来解释其原因:一方面,电视监控的应用领域不断拓展,几乎各行各业的各种应用领域都已经或准备安装不同形式、不同组合功能的电视监控系统。特别是,当某一行业的某个单位或某个环节因出现安全问题而造成损失时,这个行业便会在强调安全的同时,在该行业内部以指令形式要求普及电视监控系统。另一方面,电视监控技术不断取得新的进展,使得原本需高投入的模拟电视监控系统可以借助高性能、多功能的数字监控设备来实现。特别是,基于网络的数字电视监控(传输、记录及控制管理)技术已不再受地域限制,甚至可以利用灵活方便的个人数字助理(PDA)实现地球上任意两点间的远程视频监控,因而基于网络的监控系统已成为当今电视监控系统的主流,以至于无论是何种规模或何种类型的电视监控系统,几乎都以该系统是否有网络接口和数字硬盘录像功能作为评判系统是否具备了先进性的依据。但是,系统的配置是否合理、系统的功能是否完善、系统的图像质量是否令人满意、系统的报警联动是否准确无误、系统与网络的结合程度是否充分、系统的各项指标是否已达到最佳、系统是否还有进一步的扩充性、……,诸多问题并没有引起足够的注意。

在这样的情形下,我们编写了“闭路电视监控系列丛书”,从闭路电视监控系统的设备原理与系统构成、电视监控系统的常见故障与排除以及新型的网络电视监控系统与设备和嵌入式硬盘录像技术等入手,对整个闭路电视监控系统可能涉及的各个实用环节做一全面介绍,以使广大读者能够全面了解闭路电视监控系统的体系结构及其相关技术原理,并触类旁通地将闭路电视监控系统与其他应用系统进行整合。

丛书之一《闭路电视监控实用教程》是在《闭路电视监控系统》(第2版)基础上修订的。该书详细介绍了闭路电视监控系统中各前、后端设备及传输设备的原理,删减了部分陈旧内容,增加了对监控设备所采用的若干新技术的介绍,并在每一章的最后给出了本章的复习思考题。这些思考题均是本章所讲述的关键问题,复习掌握这些问题,对全面了解并掌握闭路电视监控系统是很有帮助的。

丛书之二《闭路电视监控设备使用及故障排除》首先对各种闭路电视监控设备的使用方法做了介绍,然后对各设备在实际应用中可能出现的使用不当问题或设备故障进行了深入分析,并给出了排除故障的具体方法。另外,对在工程施工中可能出现的施工工艺问题、防雷及抗干扰问题以及其他需要特别注意的问题也——进行了分析说明。

丛书之三《数字视频与嵌入式硬盘录像》对数字视频的原理、特点以及嵌入式数字视频录像技术做了介绍,并对基于嵌入式视频服务器/硬盘录像机的数字电视监控系统的原理及系统结构进行了详细说明。

丛书之四《网络电视监控系统》对网络结构、网络视频监控设备以及基于网络的数字电视监控系统进行了详细介绍,还特别介绍了基于网络电视监控系统结构的视频会议系统,并给出了基于网络的电视监控系统的发展方向。

实际上,基于网络的电视监控系统已有了无限的扩充空间,其中很多具体的实现方案都可以根据用户的实际需求进行配置。在很多情况下,单一的电视监控系统都可以方便地与其他系统进行整合,如电视监控与防入侵报警联动、电视监控与出入口控制联动、电视监控与人体特征识别及自动跟踪、电视监控与车牌照识别及车辆数据库管理、电视监控与公共广播及背景音乐系统联网、电视监控与远程教学、电视监控与视频会议、电视监控与智能小区物业管理、电视监控与车辆运营管理,等等。这便是我们常说的“系统解决方案”(Total Solution)。而在这些系统的整合过程中,涉及到安防技术、数字视频技术、数字音频与扩声技术、自动控制技术、计算机网络技术、无线通信技术、数字图像处理技术以及计算机视觉、模式识别、神经网络与人工智能技术等。

需要注意的是,在广播电视领域的数字电视与高清晰度电视市场的拉动下,与数字电视相关的各种数字视频处理技术得到了迅速的发展,相应的技术标准、算法、专用芯片以及处理、记录和显示设备也已开发完成,并且,MPEG-4、H.264等新的视频压缩格式使得在保证较高图像质量前提下的视频传输速率有效地减小到不足1Mbit/s,甚至在不足100kbit/s的带宽下也能传输很好的CIF或QCIF全实时图像。与此同时,我国的网络化建设也取得了前所未有的进展,ADSL、HFC等各种宽带网络相继开通,并陆续进入了各企事业单位及住宅小区,这无疑为数字视频信号的传输敷设了四通八达的高速公路,为大规模的多级网电视监控系统的建立提供了可靠的物理保障。由于电子商务、电子政务的优势近年来已初露端倪,因而随着数字化、网络化进程的进一步深入,基于网络(特别是采用多级网结构)的电视监控系统的时代已经来临。

本丛书的编写得到了中国传媒大学信息工程学院及科研处(<http://www.cuc.edu.cn>)的大力支持,另外,北京捷康特光电科技有限公司(<http://www.bj-jetcom.com>)对本书的编写提供了大量的参考资料,在此一并表示衷心的感谢。

编著者

前 言

闭路电视监控应用领域已遍及各行各业,致使越来越多的人士涉足到闭路电视监控系统的各个环节:从简单的监控器材销售,到整个闭路电视监控系统工程的设计、施工、安装与调试以及系统维护等,其中有些环节还会与用户方既有的或是预留的 MIS 系统、ERP 系统、会议电视系统、有线电视系统等相互交融。在整个系统的实施过程中,既有系统的实施者,也有系统的使用者,他们中的大多数人需要对整个监控系统的结构、原理有不同深度的了解。另一方面,由于闭路电视监控技术在近年来有了质的飞跃,例如,新的图像传感器件(CMOS 图像传感器)、新的图像处理技术(基于 DSP 的相关双取样、智能背光补偿、宽动态/超动态扩展、基于模糊逻辑的光通量控制以及结合模式识别的运动物体自动跟踪等技术)、新的光学镜头(非球面镜头、全域镜头)、新的集成控制主机(具有网络监控功能的多媒体监控系统主机)、新的传输方式(基于 HFC、SDH、帧中继、DDN、ISDN、ADSL 等各类宽带网络的远程监控传输)、新的记录方式(数字硬盘录像及嵌入式应用、基于 FTP 服务器的网络存储)、新的数字视频压缩技术(MPEG-4 AVC / H.264)等,使得更多的有关人士需要对整个监控系统特别是近年来的新技术有进一步的理解。为此,作者在先前出版的《闭路电视监控系统》和《电视监控实用技术》的基础上,增加了与闭路电视监控系统相关的新技术、新知识的介绍,以使本书尽可能地与闭路电视监控技术的最新发展同步。另外,在每一章的后面都列出了本章复习思考题,以帮助读者回忆相关内容,加深对该部分内容的理解。

实际上,自几年前《闭路电视监控系统》和《电视监控实用技术》出版后,作者便收到了许多读者的来电来函,对有关技术问题进行深入探讨。其中印象最深的是,有一位从四川来京出差的读者刚刚在北京图书大厦买到《闭路电视监控系统》(第2版)这本书,便即刻在现场打电话找到作者,迫切咨询了许多与闭路电视监控技术及市场有关的问题,该读者说这些问题长期以来一直未能解决,这回终于找到答案了,兴奋不已,令作者深受感动。还有一位在吉林从事印刷工作的工程师,借来京出差之机专门找到作者,与作者探讨在印刷过程的自动化监测中如何实现基于图像监控的印刷质量同步监测问题,令作者思路顿开,并初步勾划出“自动控制—电视监控—图像处理”这一综合处理过程中各环节的实现框架。类似地,山西大同的一位读者则专程来京与作者探讨了矩阵切换器在具体实现中的一些创新想法……。另外,有多位刚刚从事安防工作的大学毕业生或是正在从事毕业设计的在校大学生、研究生,则通过 E-mail 方式多次向作者咨询了有关技术问题,有些人发来了自己设计的电路图或是系统配置图请作者修改;更有几位读者请作者帮助寻找他们在从事电视监控设备的开发或维修中所需的芯片,等等。对于以上问题,作者都尽力给与了答复。

诚然,闭路电视监控系统的市场、产品与技术的发展是持续的,而市场上很多新的产品因众所周知的原因未能给出深入的技术内核,考虑到本书的编写与出版有一定的时

限,而作者的时间及水平也毕竟有限,因而许多最新的技术及产品未能在本书中做深入详细的介绍,诚请广大读者见谅。

在内容编排上,本书分闭路电视监控系统所涉及的基础知识、设备原理与功能参数以及整个系统的构成3个部分。其中在基础知识部分(第1~5章),对图像传感器原理、光学成像原理、电视原理以及数字视频压缩原理做了简单介绍;在设备原理与功能参数部分(第6~12章),对黑白摄像机、彩色摄像机、摄像镜头、电动云台及控制器、监控系统主机、监控中心的其他设备(监视器、录像机、视频切换器、视频分配器、视频放大器、时间日期发生器、字符叠加器、画面分割器及帧场切换处理器等)及监控系统的辅助设备做了介绍;而在系统构成部分(第13~15章),则对电视监控信号的传输、电视监控系统的构成和基于网络的电视监控系统做了介绍。

本书第1章由李峰编写,第4章由田艳生、李林燕编写,第5章中的一部分内容由王倩、张露文编写,付龙、杨娟、张雯为第5章及第14章提供了一部分文字资料,本书的其余部分全部由杨磊编写并统稿。中国传媒大学信息工程学院及科研处(<http://www.cuc.edu.cn>)对本书的编写提供了大力的支持。北京捷康特光电科技有限公司(<http://www.bj-jetcom.com>)为本书的编写提供了大量的参考资料;林军董事长以及杨光伟、吴月泉、郑泽彬、施赫南、赵斌、孙登勇、李建勇、刘伟、白炜等同志对本书的编写提出了宝贵的意见。另外,日本腾龙公司(<http://www.tamron.co.jp>)的市川敬本部长、池田恭子小姐和腾龙公司上海事务所的孔令俊小姐还专门提供了关于非球面镜头的日文版技术资料,并特别对本书的该部分内容进行了认真审阅,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平及编写时间有限,书中难免有许多错误或不妥之处,敬请广大读者批评指正。(联系电话:010-82050550,电子邮箱:young-lad@263.net)

编著者

目 录

丛书序 前言

第1章 电视监控系统概述	1	4.7 亮度信号与色差信号	43
1.1 安全防范技术与电视 监控	1	4.8 彩色电视的三大制式	43
1.2 智能建筑与电视监控	2	4.9 分量信号、Y/C 信号与 复合信号	45
1.3 电视技术与电视监控	2	4.10 数字电视概述	46
1.4 电视监控系统的现状	3	4.11 复习思考题	54
1.5 复习思考题	6	第5章 数字视频压缩原理	55
第2章 图像传感器原理	7	5.1 视频信号的数字化	55
2.1 CCD 的基本工作原理	7	5.2 几种常用的视频压缩 编码方法	60
2.2 CCD 摄像器件的结构	9	5.3 数字视频压缩国际标准	61
2.3 图像传感器的特性	11	5.4 复习思考题	76
2.4 CMOS 图像传感器	16	第6章 黑白摄像机	77
2.5 复习思考题	22	6.1 黑白 CCD 摄像机的 组成	77
第3章 光学成像原理	23	6.2 摄像机的几个主要 参数	82
3.1 理想光学系统的物像 关系	23	6.3 摄像机的附带功能	85
3.2 光学系统中光束限制及 系统分辨率	29	6.4 其他形式的黑白 CCD 摄像机	90
3.3 摄像物镜系统	33	6.5 黑白 CMOS 摄像机	93
3.4 复习思考题	34	6.6 复习思考题	98
第4章 电视原理	35	第7章 彩色摄像机	99
4.1 图像的光电转换过程	35	7.1 三片式 CCD 摄像机	99
4.2 电视扫描原理	36	7.2 单片式 CCD 摄像机	103
4.3 视频信号的频谱结构	39	7.3 彩色 CCD 摄像机的 性能参数	110
4.4 电视信号的形成	40	7.4 数字信号处理摄像机	115
4.5 彩色信息的引入	41	7.5 彩色 CMOS 摄像机	128
4.6 彩色电视与黑白电视的 兼容	42	7.6 复习思考题	129

第8章 摄像镜头	131	11.8 画面分割器	252
8.1 镜头的参数	131	11.9 帧场切换处理器	258
8.2 镜头的种类	137	11.10 复习思考题	268
8.3 非球面镜头	142		
8.4 复习思考题	146	第12章 监控系统辅助设备	269
第9章 电动云台及控制器	147	12.1 视频印像机	269
9.1 水平云台	147	12.2 防护罩	270
9.2 全方位云台	150	12.3 支架	275
9.3 球形云台	153	12.4 红外灯	276
9.4 云台控制器	155	12.5 复习思考题	277
9.5 多功能控制器	157		
9.6 复习思考题	159	第13章 视音频信号的传输与 控制	278
第10章 监控系统主机	160	13.1 直接电缆传输	278
10.1 系统主机的构成形式	161	13.2 射频及微波传输	285
10.2 系统主机的工作原理	162	13.3 光纤传输	287
10.3 集成控制键盘	170	13.4 网络传输	293
10.4 热切换接口单元	172	13.5 复习思考题	296
10.5 远端解码器	172		
10.6 系统主机的通信方式	175	第14章 电视监控系统的构成	297
10.7 通信协议	182	14.1 中小型电视监控系统	297
10.8 多媒体监控系统主机	185	14.2 大中型电视监控系统	300
10.9 多媒体监控系统软件	193	14.3 复习思考题	301
10.10 复习思考题	198		
第11章 监控中心的其他设备	199	第15章 基于网络的电视监控 系统	302
11.1 监视器	199	15.1 网络基础	302
11.2 录像机	214	15.2 基于局域网的电视 监控系统	313
11.3 视频切换器	221	15.3 基于广域网的电视 监控系统	320
11.4 视频分配器	236	15.4 复习思考题	320
11.5 视频放大器	238		
11.6 时间日期发生器	240	参考文献	321
11.7 字符叠加器	243		

第1章 电视监控系统概述

在社会、经济、科技迅速发展的今天，无论是经济发达国家，还是发展中国家或欠发达国家，都不同程度地发生着犯罪现象，有的甚至是跨国犯罪。安全问题已经成为整个国际社会关注的焦点。这就是说，人们在解决了自身的温饱问题之后，人身与社会公共安全问题已变得日益突出。另一方面，伴随着第五次产业革命的浪潮，工业企业的自动化、信息化建设进入了高速发展阶段，高度现代化与智能化的生产过程日臻完善，对生产过程中的安全监视、控制与管理等问题也提出了新的要求。

就我国国内来说，越来越多的企业开始在其现代化改造与建设项目中增加对于生产过程进行安全监控的预算，而对已经实施了电视监控系统的生产企业来说则早已从中获益匪浅。事实上，我国的安全防范技术市场近年来就已经取得了惊人的发展，并且，关于“安防”的概念已经在实际应用中得到了广义的扩充，它早已不再仅仅局限于诸如银行、监狱、超市等的针对抢盗、犯罪的安全防范，其他很多行业都针对自己的行业特点提出了各种各样的安全防范需要，并因此出现了交通安全防范、海事安全防范、社会治安安全防范以及各类厂矿企业各具特点的生产安全防范等。另外，针对环保监测、病房监护、教学监管等的安全防范应用也已屡见不鲜。

1.1 安全防范技术与电视监控

社会公共安全防范体系涉及到人防、物防和技防（技术防范）三大组成部分，近些年来越来越受到世界各国的重视。

技术防范是社会公共安全防范体系中技术含量最高、发展最快的一大分支。它涉及到防入侵报警、电子巡更、电视监控、出入口控制、楼宇可视对讲及证件防伪等诸多领域，其中电视监控系统是安全防范技术系统的重要组成部分，它与防入侵报警系统和出入口控制（又称门禁）系统共同构成现代综合安全防范技术系统的三大要素。特别是近些年来，电视监控系统在安防领域中的地位和作用日渐突出，这是因为图像（视频信号）本身具有可视、可记录及信息量大等特点，它通观全局、一目了然，判断事件具有极高的准确性，因此，是报警复核、动态监控、过程控制和信息记录的有效手段。

值得说明的是，电视技术与计算机技术的结合，为21世纪的电视监控系统在安全防范技术领域带来了一场革命，这一点在新世纪刚刚过去的前几年就已经得到了验证。

这类新型的综合型电视监控系统大量运用了反映时代特征的最新技术，如多媒体技术、人工智能技术、数字图像处理技术、神经网络技术、模式识别技术、信息处理技术、卫星定位技术等。实际上，国内很多从事电视监控设备生产或系统集成的厂家已经在上述综合型电视监控系统的研发上投入了很大的精力，并已取得初步成果。例如：在安全监视领域基于人脸识别技术的图像自动跟踪系统、在交通监视领域基于文字识别技术的汽车牌照自动识别系统以及在刑侦领域基于图像处理技术的面像识别和指纹识别系统等。

1.2 智能建筑与电视监控

智能建筑是建筑、装备、服务和经营四要素各自优化、相互联系、全面综合，并达到最佳组合，以获得高效率、高功能和高舒适的建筑物。智能化系统最基本的子系统一般包括楼宇自动化系统（Building Automation System, BA）、通信自动化系统（Communication Automation System, CA）和办公自动化系统（Office Automation System, OA），人们通常将这三者合称为“3A”系统。但在实际应用中，消防系统和安防系统在智能建筑管理系统中则有着举足轻重的作用，而且往往需要更为严格的管理和验收程序，因此它们从“3A”中独立出来，并分别构成消防自动化系统（Fire Automation System, FA）和安防自动化系统（Safety Automation System, SA），因而新的智能建筑系统又总称为“5A”系统。

在智能建筑“5A”系统中，安防自动化系统显然是一个重要的组成部分，因为它是智能建筑管理系统高度集成的关键。对于一般的商业办公大厦来说，其安防系统主要包括了电视监控、防盗报警、门禁控制、停车场管理等几个子系统，因此，对于整个智能建筑系统来说，电视监控系统应属于其中的安防子系统下的二级子系统。考虑到目前一般的商业办公大厦多在第一、二层设置了商场、银行等，因而涉及的安防系统及产品会更加复杂。它们一方面自成体系，另一方面也可能会并入整个“5A”系统中。因此，安防系统能否提供一个较好的集成环境，决定了智能建筑管理系统集成的成功与否，这也使得安防系统的设计在智能建筑中显得更加重要。

1.3 电视技术与电视监控

从20世纪初出现电视以来，电视技术一直处于不断地发展之中。从黑白电视到彩色电视，从模拟电视到数字电视，从普通清晰度电视到高清晰度电视，每一个阶段都融入了伴随着时代发展的最新技术，而电视监控系统作为电视技术在非广播电视领域的一个重要分支同样得到了迅速的发展。如今，人们在办公室里只需用鼠标点击桌面PC屏幕上的控制按钮，就可以透过屏幕实现对整个电视监控系统的全面监视与控制——不仅仅是本地监视与控制，还可以实现对通过网络传输的远端多个子系统的监视与控制。整个电视监控系统的所有监视图像、报警数据都可以实时、有效地记录在PC的硬盘或专用的网络视频服务器上，供日后进行检索，使之既有清晰的图像，又有可辨的声音。

一般来说，电视监控系统是安防体系中防范能力极强的一个综合系统，它通过遥控摄像机及其辅助设备（电动镜头及云台等），在监控中心就可直接观察被监控场所的各种情况，以便及时发现和处理异常情况。整个系统包括摄像、传输、显示和控制4个部分，涉及到电学、光学和机械学等相关学科。由于整个监控系统自成体系，这种系统又被称为闭路电视（Closed Circuit TV, CCTV）监控系统。不过，以当今电视监控系统的广泛应用来说，通过无线微波传输模拟视音频及控制信号或通过无线网桥传输数字视音频及控制信号的局部“开路”的电视监控系统已屡见不鲜，经由卫星传输的远程电视监控也已有不少案例，甚至经由GSM网络的移动无线传输都已开始应用在车载移动监控系统中。

几十年来,电视技术的发展带动了电视监控技术的发展,而现行电视监控系统的图像质量却仍然停留在625行/50场(对我国现行的PAL制而言)、画面宽高比为4:3的普通电视水平,因此其清晰度受到现有电视制式的限制。随着数字电视及数字高清晰度电视的普及,全数字化的高清晰度电视已经在发达国家试播,我国的许多城市也相继开始了数字电视广播的试播。因此有理由相信,在未来的电视监控系统中亦将引入数字高清晰度电视技术,使监控图像的清晰度提高到现有图像清晰度的4倍以上。到那时,当摄像机在很宽的视场范围内监视整个银行出纳柜台时,则不再会因为看不清监控画面中的钞票面值或是犯罪嫌疑人的面目特征而发愁了。

1.4 电视监控系统的现状

近年来,国内外对安全防范产品特别是电视监控系统的需求与投入越来越多,应用领域也由单纯的安全防范进一步向安全生产管理、系统检测与监测等多方向扩展。

1. 国外电视监控系统的应用

美国人把安全视为适合安居的首要条件。因此,闭路电视监控系统作为预防犯罪的有力武器在美国得到了广泛的应用;如银行、商店、加油站、美术馆和图书馆、自动提款机、机场、车站和地铁、办公楼、停车场、饭店、医院、学校等,几乎到了无所不在的程度。

英国很重视普及电视监控系统。在英国伦敦,无论是高楼大厦、宾馆、饭店,还是路口车站,甚至地下铁道、站台等地方都设置了电视监控系统。在金融街、金融市场、政府重要部门也引进了电视监控设备,夜间警戒是以电视监控为中心。把高精度小型摄像机安装在路灯上,实行24h连续监控。监视信号直接传到警察局通信指挥中心。据抽样调查,在公共场所普及这种安全措施,犯罪率减少了一半。

2. 我国电视监控系统的规范

我国从20世纪50年代便首先在故宫博物院安置了防盗报警系统,从80年代后期开始陆续制定了一系列安全技术防范标准,如《入侵探测器通用技术条件》(GB 10408.1—1989)、《视频入侵报警器》(GB 15207—1994)和《报警图像信号有线传输装置》(GB/T 16677—1996)等安防产品、设备标准以及《安全防范工程程序与要求》(GB/T 75—1994)、《文物系统博物馆安全防范工程设计规范》(GB/T 16571—1996)和《银行营业场所安全防范工程设计规范》(GB/T 16676—1996)等安全防范工程规范。但总体说来,我国的安全防范产品行业尚处于初级阶段。为此,中国安全防范产品行业协会于2000年制定了《中国安全防范产品行业“十五”发展规划》(2001~2005),力争在“十五”期间加快高科技安防产业的发展。

《中国安全防范产品行业“十五”发展规划》分8个专题详细说明了各专题的主要任务和目标、当前主要问题、技术发展方向与课题、产业化与名优产品、主要措施等5项内容,其中专题6即为视频监控防范系统。在该专题的主要任务中明确指出要“发展自动跟踪和锁定系统、远距离多路报警图像传输信号系统(包括窄带视频传送报警图像系统、可视电话传送报警图像和多媒体技术传送和接收图像系统),提高监控产品的质量。研制有自主知识产权的系统产品,开拓应用领域,提高国内产品的市场占有率”。提

出的研究课题包括：多媒体综合控制系统的研发；智能化高动态范围的视频探测设备，解决误报警问题；远程监控系统软件和相应设备的研制，应用数字技术和数字视频信号处理，解决视频信号的压缩传输和存储问题；以计算机为平台、网络为基础的多种传输方式的视频信息服务系统；产品的高可靠性和高附加值；系统中防护类产品的高档化。

2000年6月，国家质量技术监督局与公安部联合发布了《安全技术防范产品管理办法》，这对我国的安防产品行业及安防市场无疑起到了促进和规范的作用。

3. 传统电视监控系统的现状

几十年来，将电视技术应用于可视的监控系统并得到了迅速的发展，得益于图像信号的采集（生成）和传送这两项关键技术的突破。早期的图像采集由光电导摄像管式的摄像机来实现，体积大而笨重，似乎只能应用于宽敞的电视演播室内，而以 LSIC（Large Scale Integrated Circuit）技术为基础的 CCD 摄像器件在本质上具有适合于大批量生产、宜于质量和成本控制的特点，因而一经问世即成为摄像器件的主流。除了人所共知的一些优点外，CCD 摄像机的低价格和长寿命改变了摄像机和电视监控系统以往那种价格昂贵、难于维修的形象，对电视监控系统的普及起到了极大的推动作用。

CCD 摄像机目前已处于成熟期，灵敏度、图像分辨率、图像还原性等指标均已达到了很高的水平。大多数摄像机都具有了电源锁相、电子快门、背光补偿等基本功能，新型摄像机还大都采用了 DSP（数字信号处理）技术，进一步提高了整体性能。彩色摄像机具有鲜明的色彩，图像视觉效果良好，而其分辨率并不比黑白摄像机低，因而在电视监控系统的应用比率不断提高。虽然在红外夜视情况下彩色摄像机尚不能与黑白摄像机相比，但彩色黑白日夜两用型摄像机的问世则弥补了彩色摄像机这方面的不足。另外，摄像器件成像面（CCD 的感光靶面）的小型化〔由早期的 1in、2/3in（1in = 25.4mm）到前两年的 1/2in、1/3in 直至如今的 1/4in 甚至 1/6in 型〕并没有导致图像分辨率和灵敏度的下降，反而使 CCD 摄像机体小量轻、低价格、高可靠性的特点更加突出。近两年来，CMOS 图像传感器异军突起，并以其集成度高、功耗低、成本低和易于大批量生产等诸多优势被广泛地应用于数码相机、个人数字助理（PDA）以及可视移动电话等新型产品中，并大有进军闭路电视监控系统的趋势。

目前大多数视频设备所要求的输入信号为模拟的视频基带信号，而且在近距离传输时，模拟信号是一种开销最节省、最具实时性的方式，所以视频基带信号仍为目前 CCD 摄像机的输出方式，有些电视监控用彩色摄像机已经增加了 Y/C（亮色分离）输出。值得一提的是，目前应用于桌面视频会议或可视电话的小型摄像机已经具有并口型及 USB 接口型，它们可直接接入计算机的并口或 USB 口，但电视监控用摄像机还没有数字输出接口规范。由于近些年来越来越多的摄像机采用了 DSP 技术，而经 DSP 处理的数字视频信号完全可以某种格式的数字信号形式输出，考虑到目前广播及民用电视设备已经用到 SDI（串行数字接口）和 i-Link（IEEE 1394 标准接口），因此，具有某种数字视频输出接口的电视监控用摄像机将指日可待，而具有支持 TCP/IP 协议（RJ-45 接口）的网络摄像机已经在 21 世纪来临之际应用到基于网络的电视监控系统中。

通过适当的方式实现长距离、低失真的视频信号传送是保证电视监控系统基本质量和应用范围的关键。采用同轴电缆的基带信号传输，一直是应用最为普遍的方式，它具有简单可靠、附加设备少的特点，但它又一直是限制电视监控应用范围的一个技术环节。

模拟方式的传输要保证宽带信号具有高的 S/N (信噪比) 和低失真十分困难的, 为了增加传输距离所采取的补偿又会引入新的失真, 而这一点对于宽带视频信号尤为突出。光纤传输技术开辟了通信的新时代, 它很快在视频传输中得到应用。采用光纤传送视频信号, 使无中继传输距离从同轴电缆的几百米增加到几十公里, 并能得到很高的图像质量。多路传输和双向传输也很容易实现。这就大大地扩展了电视监控的应用范围和控制距离, 从而使诸如城市交通、高速公路、住宅社区和大型建筑等大型电视监控系统的实施成为可能。但是, 光纤传输目前在电视监控中的应用是非常初步的, 大多数系统都是采用 IM 方式的视频基带信号传输, 光纤仅仅是代替同轴电缆作为一个新的宽带、低损耗介质, 光纤通信技术的真正优势和潜力并未充分体现和发挥出来。这主要是由模拟视频信号传输的方式和电视监控系统结构特点所致。随着光纤双向、频分、波分复用技术的成熟, 色散位移光纤和色散平坦光纤、光纤放大器的实用化, 光纤传输的无中继距离和传输容量将会有更大的提高。掺铒光纤放大器 (EDFA) 不仅能提高增益、增加无中继距离, 还具有宽带增益, 对多路光载波传输不会引起串扰, 结合波分复用技术实现高密度通信, 是下一代光纤通信系统的发展方向。这些都为今后电视监控系统的大型化和远程化提供了技术支持, 而当电视监控系统中的数据流从模拟转为数字时, 光纤通信的这些特点才会充分地发挥出来。

系统控制设备是电视监控中很有特色的部分, 微处理器、单片机的功能和性能的提高和增强, 各种专用 LSIC、ASIC (Application Specified IC) 的出现和多媒体技术的应用, 使得系统控制设备在功能、性能、可靠性和结构式等方面都发生了很大的变化。电视监控系统的构成更加方便、灵活, 与报警和出入口控制系统的接口趋于规范, 人机交互界面更为友好。随着与计算机系统的结合不断紧密, 基于计算机网络的综合型全数字安全监控系统已经开始应用在智能化社区的项目中。

4. 数字化电视监控系统

数字信号具有频谱效率高、抗干扰能力强、失真少等模拟信号无法比拟的特点, 同时也具有信号处理数据量大、占用频率资源多的问题, 只有对数字信号实现有效的压缩, 使之在通信方面的开销与模拟信号基本相同, 它的其他优点才能表现出来, 并具有实用性。在数字电视与高清晰度电视市场的拉动下, 与数字电视相关的各种数字视频技术得到了迅速的发展, 相应的技术标准、各种算法和专用芯片、处理、记录和显示数字图像信号的设备也相继制定和开发完成。受广播电视数字化进程的影响, 电视监控数字化的进程也已在以下几个方面表现出来。

(1) DSP 的普遍应用 各种视频设备普遍地采用了数字信号处理技术, 如摄像机、图像拼接、分割、分时记录和视频探测等。这些设备的输入和输出仍为模拟视频信号, 在机内将其转换为数字信号进行各种变换和处理, 它们采用 DSP 和 DRAM 对信号进行并行和分时处理, 可以方便地分别处理各分量信号, 实现多路视频信号之间的同步, 解决扫描变换和开窗采样等问题, 可以容易地完成各种图像的分解和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。也有许多设备开始采用数字输入和数字输出方式, 如大屏幕显示的图像合成、切换、分配设备、远程监控设备等。这表明 DSP 技术和器件已趋于成熟, 它的应用也为 CPU 在视频设备中的应用提供了更加有利的环境, 使得信号的变换、处理和控制在同一个数字层面上, 同时也使视频设备与计算机的

接口更加方便。

(2) 可视电话、电视会议得到了广泛的应用 利用窄带介质、采用低数据率传输动态图像的可视电话和电视会议是数字视频较为成功的实例。尽管其图像质量(分辨率、帧率)远低于广播电视,但其传送的信息量作为图像监控的目的是足够的。它是图像压缩技术和调制解调技术结合的产物,其图像压缩、处理、记录都是在数字基础上进行的,采用 MODEM 将数据流通过公用介质传送,是目前远程电视监控系统的技术基础。

(3) 多媒体技术在电视监控系统中开始从前台管理向后台处理发展 多媒体电视监控系统将传统电视监控系统的所有功能转交计算机来实现,它可以处理图形、图像、声音、文本等多种信息资源,并且有多种方式的人机交互界面。图像系统是最能体现多媒体特点的应用领域,这是因为它的信息量大,在传输和存储时所需开销很大,数据处理速度要求很高。随着视频技术、图像压缩技术和计算机技术的发展及相应标准的完善、各种专用芯片的研制成功,这一问题得到了初步解决。因此,多媒体在电视监控系统中得到了广泛的应用,这也是今后电视监控系统的发展趋势。

多媒体技术在电视监控系统中的应用分两个层面:一是建立一个新的更为友好的人机交互界面;二是对图像进行数字化处理和加工,在数字图像的层面上提取有用信息,进行传送和存储。前者可以由传统的电视监控系统控制器加多媒体计算机来实现,其核心是 GUI(图形用户界面)。它是在计算机操作平台上开发的应用软件。这样的系统为用户提供了一个全新的、形象化的友好界面,更重要的是可以在计算机操作平台上将电视监控与其他技术系统的各种不同的数据处理和控制功能集总在一起,并可实行网络化的分布式结构。但它仍是以前台管理为主的方式,主要功能是图像信号的分配、切换和前端设备的控制。后者则是直接输入模拟视频信号,数字化后进行图像压缩、然后进行存储、传输及相关的处理,这就是 DVR(数字视频记录)和远程监控设备。在许多 DVR 设备中具有图像识别和特征提取的功能,通过图像分析实现运动探测和报警,控制相关的机构,使电视监控更具智能化。显然这种方式是以图像的后台处理为主的方式。以上两种方式正在逐步地结合起来,成为今后电视监控系统控制设备的主要形式。

以上都说明了电视监控系统的数字化进程已经开始,并推动着电视监控技术从经典模式向以图像处理为核心的现代模式的转变。

基于对象的低码率高效图像压缩编码标准——MPEG-4 以及 H.264 标准的出台,使基于局域网、广域网的多画面实时传输及存储成为可能。跨地区、跨省份甚至跨国界的综合型的多媒体数字监控系统已经以全新的概念及形式在 21 世纪出现。

1.5 复习思考题

1. 理解电视监控与安全防范技术、智能建筑系统及电视技术之间的关系。
2. 了解电视监控系统的现状。

第2章 图像传感器原理

在闭路电视监控系统中,摄像机是最基本的前端设备,而图像传感器则是摄像机的核心部件。监视现场的景物,经摄像镜头在摄像机内的图像传感器靶面上成像,使传感器输出反映监视现场图像内容的实时电信号。该电信号再经摄像机内部电路处理后,即可输出能被监视器接收并显示且能被录像机记录的视频信号,网络摄像机则直接输出符合网络传输协议的数字视频流,并通过网络传向联网并被授权的各远程监控终端。

长期以来,电视监控系统中的摄像机所用的图像传感器绝大多数都是 CCD 图像传感器,这种传感器具有很高的成像质量,分辨率高、灵敏度高、信噪比高、动态范围宽,但生产工艺要求也高,成本也相对高些。

近年来,CMOS 图像传感器异军突起,它具有体积小、集成度高、功耗低等许多优点,因而基于 CMOS 图像传感器的摄像机开始被广泛应用于基于数字网络的可视电话、会议电视系统及个人数字助理(PDA)、数字相机、无线移动通信手机中,甚至可嵌入到超薄型笔记本电脑中,有些 CMOS 摄像机(PC 摄像机)已开始用于基于网络的远程电视监控系统,并大有进军传统电视监控领域之势。

本章主要介绍 CCD 图像传感器和 CMOS 图像传感器的工作原理。

2.1 CCD 的基本工作原理

CCD (Charge Coupled Device) 称为电荷耦合器件,它是于 20 世纪 70 年代初受磁泡存储器的启发、作为金属氧化物半导体 (Metal Oxide Semiconductor, MOS) 技术的延伸而产生的一种半导体器件。

CCD 的结构原理是由一行行紧密排列在硅衬底上的 MOS 电容器构成的。图 2-1 为三相二位 N 沟道 CCD 简图。

在图 2-1 所示的 CCD 结构中,6 个 MOS 电容器排成一行,其电极分别连接到 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 三条时钟线上,这就构成了 CCD 的主体,再加上输入二极管 (ID)、输入栅 (IG)、输出栅 (OG)、输出

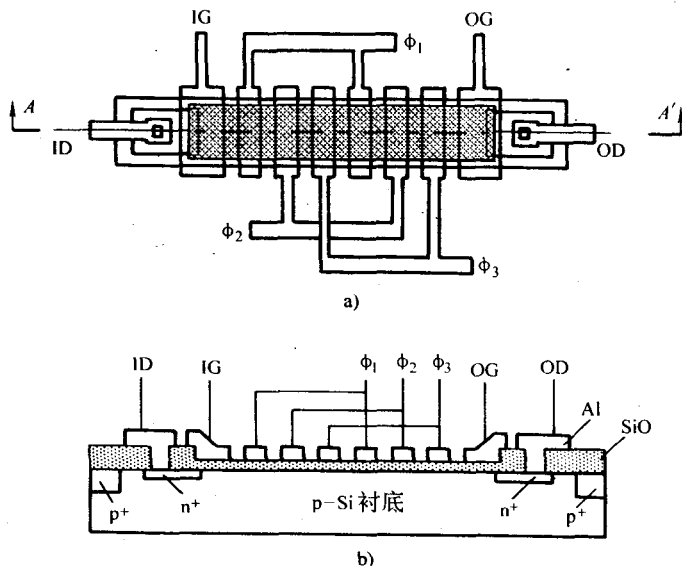


图 2-1 三相二位 N 沟道 CCD 简图

a) 器件结构 b) A-A' 剖面图

二极管 (OD)，就组成了电荷的输入输出机构。在 CCD 有源区的周围进行了 P^+ 扩散 (即注入过量的三价元素，以增加空穴的浓度)，以防止 P 型硅衬底表面反型 (因正的栅电压作用，会使 P 型硅衬底上表面处的电子浓度增加，相当于由 P 型转成了 N 型)。这里，所谓 P 型硅或 N 型硅衬底，分别指的是在硅材料中掺入三价元素后形成的 P 型半导体或掺入五价元素后形成的 N 型半导体，其中 P 型半导体中的空穴为多数载流子 (即导电主体)，N 型半导体中的电子为多数载流子。

图 2-2 为图 2-1 所示 CCD 结构的驱动脉冲波形。图 2-3 为其电势分布和电荷分布。图 2-4 则是把这种 CCD 作为摄像器件驱动时的脉冲波形。下面参照图 2-2 及图 2-3 说明 CCD 的基本工作原理。

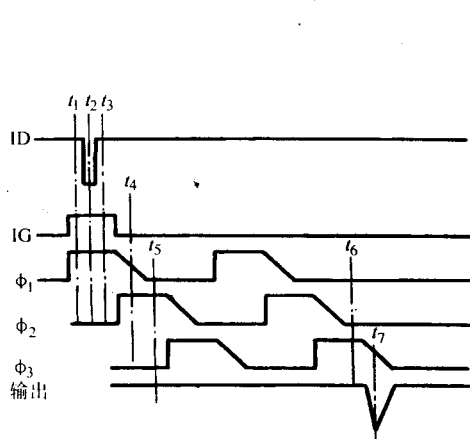


图 2-2 CCD 驱动脉冲波形和输出波形

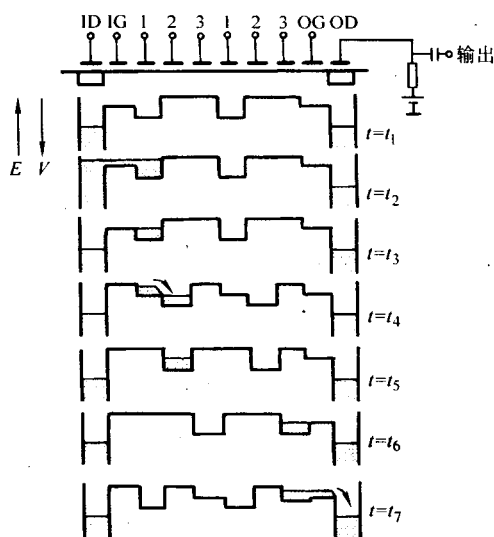


图 2-3 CCD 表面电势分布和电荷分布

当 $t=t_1$ 时， ϕ_1 为高电压， ϕ_2 、 ϕ_3 为低电压，并在 ID 和 OD 上加正偏压，使 IG 和 OG 下的表面不反型。因此，在 IG、OG 下面的表面产生深的耗尽层 (Depletion Region)，ID、OD 不能给 CCD 阵列提供电子。同时，6 个 MOS 电容器也产生深的耗尽层，其表面电势由加在电极上的电压决定。 ϕ_1 下面的表面电势比 ϕ_2 、 ϕ_3 下面的表面电势大，而这种表面电势的差别使得在 P 型硅衬底的不同区域上形成了高低分布不均的电势，其中相对于高电势而言，低电势区域被形象地称为势阱 (Potential Well)。当这种电压状态保持几秒钟不变时，由热激发产生的电子—空穴对中，空穴将流向衬底，电子则聚集到势阱里，从而在那里产生不是信号电荷的电荷包 (Charge Packet)。当 CCD 工作时，使

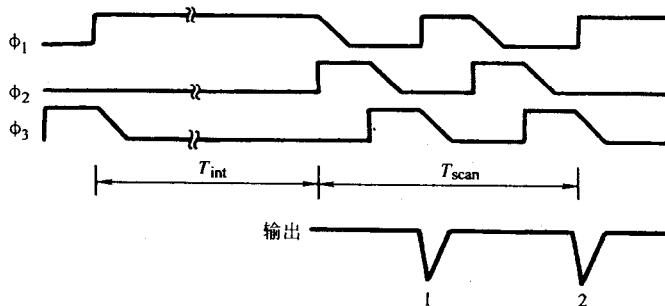


图 2-4 把图 2-1 CCD 作为摄像器件驱动时的脉冲波形