

现代信息技术实验教程

主 编 巫 红 高振国
副主编 丁开慧 周 宽



哈尔滨地图出版社

现代信息技术实验教程

XIANDAI XINXI JISHU SHIYAN JIAOCHENG

主 编 巫 红 高振国

副主编 丁开慧 周 宽

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

现代信息技术实验教程/巫红,高振国主编. —哈尔滨:
哈尔滨地图出版社,2008.9
ISBN 978-7-80717-925-2

I. 现… II. ①巫…②高… III. 信息技术—高等学校—
教材 IV. G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 139705 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮政编码:150086)

哈尔滨市动力区哈平印刷厂印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:12 字数:307 千字

ISBN 978-7-80717-925-2

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~1 000 定价:22.00 元

序 言

进入 21 世纪,我们就进入了信息时代。现代科学技术的飞速发展,改变了世界,也改变了人类的生活。技术的重大进步往往会给社会的发展带来巨大的影响。蒸汽机的发明,导致了最初的产业革命和城市化发展;汽车的普及,则引起了城市郊区化。以计算机及其网络技术和现代通信技术为代表的现代信息技术是当代科学技术发展的主导领域。现代信息技术正以其它技术从未有过的速度向前发展,并以其它任何一种技术从未有过的深度和广度介入到社会的方方面面。作为新世纪的大学生,应当站在时代发展的前列,掌握现代科学技术知识,不断完善自己的知识结构和能力结构,以适应社会发展的要求。新世纪需要具有丰富的现代科学知识、能够独立解决面临任务、充满活力、有创新意识新型人才。

掌握现代信息技术,无疑是培养新型人才的一种可行方法。现代信息技术的应用在当今社会已十分普遍。作为电子类应届毕业生,能够熟练掌握一些现代信息技术,在今后求职道路上必将积累一定优势,对于以后继续深造也会有莫大帮助。学习现代信息技术不仅是为了掌握一定技能,更重要的是:它能启发学生对先进科技的向往,激发创新意识,推动对新知识的学习,培养自学能力,锻炼动手实践的本领。因此,它是学校提高素质教育水平的重要组成部分。

作者根据多年的理论教学经验和工程实践的经验,想通过此书的编写给读者提供一本学以致用教程。本书作为实验类教程,编排了丰富的理论和实验内容,最大的特点是理论联系实际,其内容涉及到许多电子工程学方面的知识,比如数字信号处理,通信电子线路,计算机网络等。本书共有六部分组成,分别是闭路电视监控系统、网络视频监控系统、卫星广播电视接收系统、小功率调幅/调频发射机与接收机系统、简单信号与系统的分析及处理和电子工艺实习。在本书每一部分的最后,都编写了针对学生的实验要求。希望同学们能够理论联系实际,以理论指导实验,通过实验验证理论,真正做到学以致用,在实践中不断升华,提升自己的动手能力,创新思维能力,以及发现问题解决问题的能力。由于书中内容丰富,涉及到大量电子工程方面的知识,因此建议读者在具有一定电子学知识的基础上进行阅读。本书适用于电子信息科学与技术、通信工程、电子信息工程专业的高年级学生学习。

本书由巫红(黑龙江大学)、高振国(黑龙江省电子信息监督检验院)担任主编,丁开慧(黑龙江大学)、周宽(黑龙江大学)担任副主编。其中第一部分、第四部分、第六部分由高振国编写,第二部分、第三部分、第五部分由巫红编写。此外,丁开慧、周宽负责了部分图的绘制和全书的整理工作。

本书编写过程中,参阅了不少国内外的著作和发表的论文,听取了有关老师、工程人员的意见。特别是在编写第二部分网络视频监控系统的过程中,得到了黑龙江龙源集团诸位工程师的大力协助。黑龙江大学丁开慧老师和周宽同学也为此书的编写给予了很多帮助,在此一并表示忠心感谢。

由于时间仓促,加之作者水平有限,对书中存在的缺点和问题,恳请广大读者批评指正。

作者

2008 年 4 月

目 录

第一部分 闭路电视监控系统

第一章 概述	1
第一节 原理与作用	1
第二节 图像质量的评价标准	2
第二章 系统的组成、功能和主要技术规格	5
第一节 闭路电视监控系统的组成	5
第二节 摄像机	6
第三节 镜头	10
第四节 云台	14
第五节 防护罩	15
第六节 矩阵切换控制系统	16
第七节 数字硬盘录像机	20
第八节 安装支架	22
第九节 图像监视器	22
第十节 视频分配器	23
第十一节 红外探测报警器	23
第十二节 报警控制器	24
第三章 闭路电视监控系统内部的连接、设备的使用说明	25
第一节 系统内部各单元的接线图	25
第二节 解码器	28
第三节 矩阵主机	29
第四章 闭路电视监控系统的检修	32
第一节 常见故障的检修方法	32
第二节 正常工作的必要条件	39
第三节 常见故障检修实例	40

第二部分 网络视频监控系统

第一章 概述	44
第一节 网络视频监控简介	44
第二节 网络视频监控的组成	44
第三节 网络视频监控的优势	45
第二章 视频监控系统的的发展历程	47
第一节 第一代视频监控系统	47
第二节 第二代视频监控系统	48
第三节 第三代视频监控系统	48

第四节 第四代视频监控系统	50
第三章 系统中的主要设备	52
第四章 网络视频监控系统中的主要技术	62
第一节 图像压缩技术	62
第二节 数据传输	66
第五章 客户端和服务端软件使用说明	76
第一节 网络视频监控系统	76
第二节 客户端软件介绍	79
第三节 客户端主控界面	81
第四节 菜单项操作	90
第五节 服务器软件介绍	117
第三部分 卫星广播电视接收系统	
第一章 卫星广播电视接收系统简介	118
第二章 卫星广播电视节目接收技术参数	127
第三章 卫星接收机调整	129
第四部分 小功率调幅/调频发射机与接收机系统	
第一章 无线电发射系统实验原理	134
第一节 无线电发射系统实验原理	134
第二节 无线电接收系统原理	138
第二章 调幅无线电发射/接收系统的调试	145
第一节 调幅无线电发射电路实验	145
第二节 调幅无线电接收电路实验	147
第三章 调频无线电发射/接收系统的调试	149
第一节 调频波无线电发射电路调试	149
第二节 调频波无线电接收电路调试	151
第四章 常用仪器与电子元件说明	153
第一节 常用仪器使用说明	153
第二节 电子元件以及在高频电路中的应用	159
第五部分 简单信号与系统的分析及处理	
第一章 FIR 数字滤波器的窗函数设计	164
第二章 连续时间信号的抽样及频谱分析	166
第三章 离散系统 Z 域分析	167
第六部分 电子工艺实习	
第一章 表面安装技术	168
第二章 电烙铁的使用方法	175
第三章 袖珍 FM 电调谐收音机的制作	182
第四章 光纤熔接技术	185

第一部分 闭路电视监控系统

第一章 概 述

随着经济的发展和社会的进步,以及科学技术水平的不断提高,闭路电视监控系统已经得到了空前的发展。目前,闭路电视监控系统已经广泛应用于国民经济和国家安全的许多重要部门。一些要害部门、重要或特定场所的监控与管理,例如机要室、档案室、军械库、弹药库、银行、机场、车站、码头、海关、标准化考场、大型商场或超市、监狱、看守所的监控与管理;城市交通要道、交通路口以及高速公路等地方的交通指挥与交通管理;资源勘探、环境监测、水下施工以及其他恶劣环境条件下的工作等,都应用了视频监控系统。毫无疑问,随着社会的发展,闭路电视监控系统将会得到更加广泛的应用。

第一节 原理与作用

一、闭路电视监控系统的原理

闭路电视监控系统(又称 CCTV 即 Closed Circuit Television 的缩写)是安防领域中的重要组成部分,是所有安全系统中最关键的子系统。系统通过遥控摄像机及其辅助设备(镜头、云台等),直接观察被监视场所的情况,同时可以把被监视场所的情况进行同步录像。另外,电视监控系统还可以与防盗报警系统等其他安全技术防范体系联动运行,使用户安全防范能力得到整体提高。

闭路监控系统能在人无法直接观察的场合,适时、以图像形式、真实地反映被监视控制对象的画面。闭路监控系统已成为广大用户在现代化管理中实行监控最为有效的观察工具。在控制中心,只要一个工作人员的操作,就能够观察多个被控区域,以及实现远距离区域的监控功能。

闭路电视监控系统提供远近距离的监视和控制。根据国家有关技术规范,系统应设置安防摄像机,电视监视器、录像机(或硬盘录像机)和画面处理器等,使用户能随时调看任意一个画面,遥控操作任一台摄像机等。

CCTV 系统的原理:首先利用电学原理由安装于需要防范位置的摄像机镜头获得光学视频图像,通过摄像机内部的传感器和电路将视频信号转化为点对点的电信号,经过电缆传输后,通过显示设备将电信号还原为视频图像。

二、闭路电视监控系统的作用

闭路电视监控系统已经用于国民经济和国家安全的许多重要部门。

(1) 一些要害部门、重要或特定场所的监控与管理,例如机要室、档案室、军械库、弹药库、银行、机场、车站、码头、海关、高考考场(或标准化考场)、大型商场或超市、监狱、看守所的监控和管理,城市交通要道、交通路口以及高速公路等地方的交通指挥与交通管理。

(2) 大地测量、资源勘探、环境监测。

(3) 天文观察、气象预报。

(4) 动植物生长发育全过程的监视、监控与管理。

(5) 工矿企业、公司生产线的监控与管理,以及机器或金属内部的探伤检查。

(6) 水下设施以及其他恶劣环境条件下的工作。

(7) 医疗卫生上用于疾病的检查、诊断,甚至治疗,特别是显微外科手术以及远程诊断与治疗等。

(8) 航空航天中,用于飞机和宇宙飞船工作状态的检测与监控,宇宙飞船探测的外层空间信息的传送等。

(9) 随着经济的发展和社会的进步,闭路电视监控系统必将获得更加广泛的应用。

第二节 图像质量的评价标准

目前,国际上对电视监控系统的图像质量还没有制定统一的评价标准,大多数国家都是参照广播电视部门制定的电视图像质量标准进行评估。对闭路电视监控系统来说,一般要求质量达到 4 级或 4 级以上。

广播电视部门对图像的评估提出了多种标准、多种评估方法。1975 年欧洲广播联盟提出了定量描述图像质量的一种常用方法,按此方法,图像等级与信噪比的关系为:

$$S/N = 23 - Q + Q^2 (\text{dB})$$

式中, Q —— 图像评价等级。

如果要求达到 4 级图像标准,则视频信号的信噪比应为:

$$S/N = 23 - 4 + 1.1 \times 4^2 = 36.6 (\text{dB})$$

我国彩色电视图像传输国家标准 GB1583—79 中规定的彩色电视图像质量 5 级评定制按下面关系式计算,图像等级 Y 与 5 项主要指标的关系式为:

$$Y = 1.982 + 0.535 \times 10^{-1} X_1 - 0.254 \times 10^{-4} X_2 - 0.6 \times 10^{-2} X_3 - 0.346 \times 10^{-2} X_4 - 0.326 \times 10^{-1} X_5$$

式中 X_1 —— 随机信噪比(加权);

X_2 —— 色度与亮度信号延迟($\Delta t, ns$);

X_3 —— 微分增益($DG, \%$);

X_4 —— 微分相位($DP, ^\circ$);

X_5 —— 色度与亮度信号增益差($\Delta K, \%$)。

国际无线电通信咨询委员会(International Radio Consultative Committee, 简称 CCIR) 将电视图像质量分为 5 级,并规定了各级图像标准所对应的视频加权信噪比。

根据视频图像信号的信噪比,欧洲广播联盟和 CCIR 制定了定量评价图像质量的标准,如表 1-1-1 所列。

表 1-1-1 定量评价图像质量标准

S/N		图像等级				
		5	4	3	2	1
欧洲广播联盟	S/N/dB(不加权)	45.5	36.6	29.9	25.4	23.1
CCIR	S/N/dB(加权)	44.7	34.7	30.0	27.0	21.0

从上面的分析可以看出,用定量描述图像质量的几种计算方法进行计算时,都比较复杂。

不同的评价方法,对图像质量信噪比的要求不同,并存在较大的差别。如果在工程实践中运用这些定量描述方法来评定电视图像的质量等级,付诸实施时将会非常困难,不便于实际操作。因此,在对图像质量进行实际评价时,图像质量的好坏最终还是应该以人眼的主观感觉为标准。

在进行图像质量评价时,国际通用的一种定性的人眼主观评分标准如表 1-1-2 所列。

表 1-1-2 人眼评分标准

图像等级	图像质量 主观评价	干扰和噪波的可见度	加权信噪比/dB
5	优	不能觉察	46
4	良	能觉察到,但不讨厌	38
3	中	能明显觉察到,稍令人感到讨厌,影响观看	33
2	差	能明显觉察到,令人感到讨厌,很影响观看	27
1	劣	极其显著,很讨厌,不能观看	21

从上表可以看出,这种定性的主观评分标准便于操作,比较实用。目前,国际上大多采用这种与实际比较接近的人眼主观评价法,因为这种方法简单、直观、可操作性强。

我国参照国际上图像质量的通用评分方法,对人眼主观评价标准进行了具体细化,我国广播电视部门、公安部门和建设部门颁布的有关标准如表 1-1-3 和表 1-1-4 所列。

表 1-1-3 广播电视部门有关图像质量的定性评估标准

图像等级	人眼的主观评价
5	不能觉察到图像上有损伤或干扰的存在
4	可觉察到图像上的损伤或干扰,但不令人讨厌,不妨碍观看,可以接受
3	可明显觉察到图像上的损伤或干扰,令人讨厌,影响观看,较难接受
2	图像上损伤或干扰较严重,令人感到相当讨厌,难以接受
1	图像上损伤极严重,不能观看

表 1-1-4 图像质量的主观评价项目规定

主观评价项目	图像损伤的主观评价
随机信噪比	噪波干扰,即“雪花状干扰”
单项干扰	图像中纵、斜、人字或波浪状的条纹干扰,即“网纹干扰”
电源干扰	图像中上、下移动的黑白相间的水平横条干扰,即“黑白滚道干扰”
脉冲干扰	图像中不规则的闪烁、黑白麻点或跳动干扰

我国公安部门参照广播电视部门制定的有关标准作出的相关行业标准规定,在正常光照条件下,摄像机正常工作时,电视监控系统的图像质量应不低于表 1-1-3 中的 4 级,这个标准与广播电视部门制定的有线电视用户接收到的图像质量必须在 4 级或 4 级以上是一致的。

我国公安部门的有关行业标准还规定,在标准照度条件下,电视监控系统的图像质量应达到表 1-1-5 的具体要求。

在环境条件比较恶劣的情况下,电视监控系统的图像质量应达到表 1-1-6 的要求。

表 1-1-5 标准照度条件下图像质量要求

衡量图像质量的主要项目	指标值
系统输出的视频信号幅度	$\geq 1.0 \text{ V (峰-峰值)} \pm 3 \text{ dB/75 } \Omega$
黑白图像水平中心清晰度	$\geq 350 \text{ TV 线}$
彩色图像水平中心清晰度	$\geq 300 \text{ TV 线}$
图像灰度等级	$\geq 8 \text{ 级}$
图像信号的信噪比 (S/N)	$\geq 40 \text{ dB}$

表 1-1-5、表 1-1-6 中所列出的衡量图像质量主要项目的指标值,只是对电视监控系

统提出的最低要求。随着科学技术的进步与发展,电视监控设备性能和技术指标也在不断提高,这些最低标准也将进行必要的调整和提高,就目前的技术和设备而言,闭路电视监控系统在正常情况下,图像质量主要技术指标值已经超越了上述最低要求。

表 1-1-6 恶劣条件下图像质量要求

衡量图像质量的主要项目	指标值
系统输出的视频信号幅度	1.0 V(峰-峰值) ± 6 dB/75 Ω
黑白图像水平中心清晰度	≥ 300 TV
线彩色图像水平中心清晰度	≥ 250 TV 线
图像灰度等级	≥ 7 级
图像信号的信噪比(S/N)	≥ 36 dB

公安部门有关电视监控系统图像等级主观评价标准如表 1-1-7 所列。

表 1-1-7 电视监控系统图像等级评价标准

图像等级	图像损伤的主观评价
5	图像上不觉察有损伤或干扰的存在
4	图像上可觉察到损伤或干扰,但令人可以接受
3	图像上的损伤或干扰可明显觉察,令人较难接受
2	图像上损伤或干扰较严重,令人难以接受
1	图像上损伤或干扰极严重,不能观看

我国建设部门参考广播电视部门制定的有关电视收看标准,于 1994 年 3 月颁布了《民用闭路监视电视系统工程技术规范》国家标准,对民用闭路电视系统的质量主观评价作出了 5 级损伤制评定的具体规定,如表 1-1-8 所列。

表 1-1-8 图像 5 级损伤制评分分级

评分分级	图像质量损伤的主观评价
5	图像上不觉察有损伤或干扰的存在
4	图像上可觉察到损伤或干扰,但令人可以接受
3	图像上的损伤或干扰可明显觉察,令人较难接受
2	图像上损伤或干扰较严重,令人难以接受
1	图像上损伤或干扰极严重,不能观看

从上可以看出,国内外不同体系、不同部门所制定的人眼主观评价图像质量损伤的标准是相同的,图像质量 5 级评估的内容也完全相同,只是各个体系、各个部门对图像质量 5 级评估的具体实施更细化了。

在闭路电视监控系统的设计、施工和验收中,必须紧紧把住质量关,在系统的总体验收中,最直观、最重要的内容就是图像质量、声音的灵敏度和保真度。

第二章 系统的组成、功能和主要技术规格

本章将对我院现代信息技术实验室中闭路电视监控系统的组成,各部分的功能和主要技术规格进行详细的介绍。为了便于深入了解,将在各部分穿插介绍一些国内外相关产品的技术规格或技术参数并进行分析。

第一节 闭路电视监控系统的组成

闭路电视监控系统由现场图像采集、视频通道控制、视频信号处理、图像记录显示、报警控制等五大部分组成。系统可与多种报警装置相连,如图 1-2-1 所示。

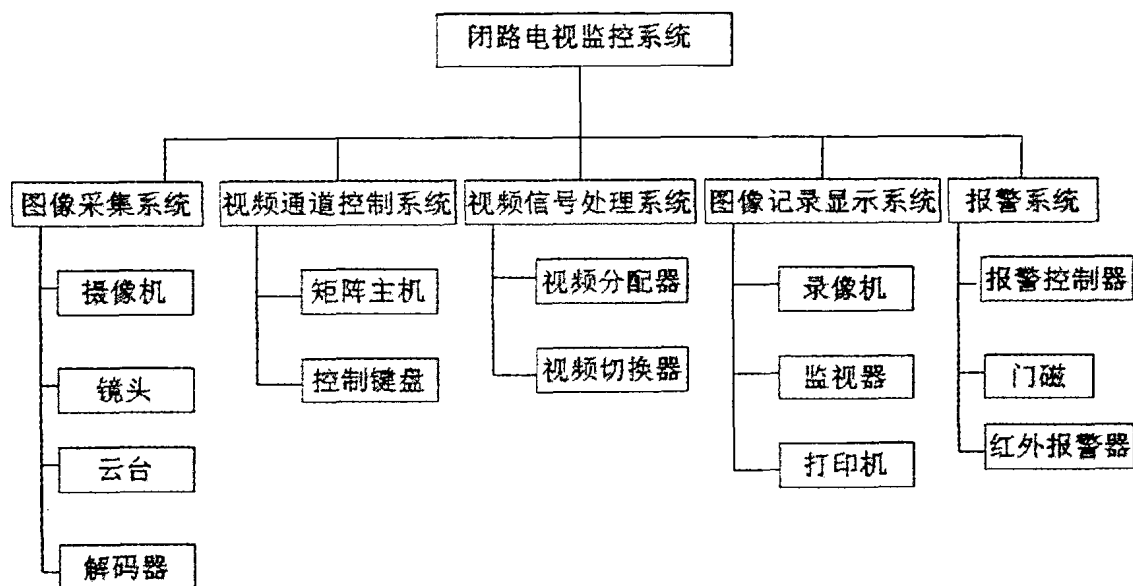


图 1-2-1 闭路电视监控系统组成框图

一、图像采集系统

闭路电视监控系统图像采集系统包括摄像机、镜头、云台、解码器等设备。

摄像机是把景物的光信号(即景物的明暗不同处)变成电信号(即视频信号)的装置。景物的光信号变成电信号后便于进行远距离传送、放大、存储记录 and 再现。

云台是承载摄像机的载体,载有摄像机的云台在其电动机的驱动下作水平方向或垂直方向的转动,以扩大摄像机的视场角、增大视野范围,选取最佳角度和最佳焦距摄取所需监视的景物图像。

防护罩主要用于摄像机、云台等摄像设备的保护,具有防尘、防雨、防露、降低云台运转噪声的作用,还兼有摄像机的安全防范(例如防盗、防硬物撞击摄像机镜头)等功能。

解码器是将数字控制信号变成模拟电压信号的装置,即把控制中心送来的控制信号(即

数字信号)变成相应的电压(即模拟信号),去控制云台的上、下、左、右转动或摄像机镜头的变焦、聚焦、光圈等。

二、视频通道控制系统

视频通道控制系统包括矩阵主机和控制键盘。本系统中矩阵主机的前面板综合键盘可进行整个系统的初始设置、编程、切换和摄像机现场控制。其主要作用如下:

(1) 选择重点监视的监控点图像,进行巡回切换、分组切换、循环切换、群组切换显示等。

(2) 根据实际需要发送相应的控制信号,该信号通过传输线路送到前端部分的解码器进行解码,再去控制云台的上、下、左、右转动和控制摄像头镜头的变焦、聚焦、光圈等。

(3) 对具有报警功能的系统来说,还可以发出相应的控制信号,去控制报警系统前端部分的报警控制器。

三、视频信号处理系统

视频信号处理系统包括视频分配器和视频切换器。

视频分配器可以将一路视频信号均匀分配为多路视频信号,以供多台监视器或录像机等后续视频设备同时使用。而视频切换器将几路视频信号输入,通过对其控制,选择其中一路视频信号输出。

四、图像记录显示系统

图像记录显示系统包括数字硬盘刻录机、监视器、打印机等。

硬盘录像机指的是接收本地模拟视频和报警信号的集中控制存储设备。监视器主要用于显示重点监视的监控点图像,也可以由矩阵主机控制,进行巡回切换。

报警时间、通道等信息可以由打印机打印。

五、报警系统

报警系统包括报警控制器和报警探测器(门磁和红外报警器)。

门磁就是接近开关的一种。当门磁相对应时,因永磁体相互吸引报警器的开关处于断开位置,当门磁分开时,报警器的开关因无磁体吸引受内部弹簧的拉力影响,使开关闭合,报警器工作,产生报警!

任何物体都会向外辐射红外线,红外报警器就是基于人体向外辐射红外线这一原理制成的,当有人在警戒范围内通过时,就会触发红外报警器产生报警。

第二节 摄 像 机

一、摄像机基本结构图(1-2-2)

二、摄像机原理

摄像机是最基本的前端设备,按核心器件图像传感器可分为 CCD 型和 CMOS 型,CCD 图像传感器有很高的成像质量、分辨率高、灵敏度高、信噪比高、动态范围宽,但是生产工艺要求也高,成本相对也高,而 CMOS 体积小、集成度高、功耗低。但 CCD 摄像机一直是闭路电视监控系统市场的主流产品,单片式 CCD 彩色摄像机的结构如图 1-2-2 所示,它一般由摄像头、带嵌式滤色器的 CCD 传感器、将传感器读出的信号分离成三种基色信号的彩色分离电路、三种基色信号的处理电路以及彩色编码电路等电路组成。滤色器和摄像单元具有相同的跨距(即每个滤色器片对应于 CCD 传感器的一个像素),在那里,绿、红、蓝的滤色器呈镶嵌状的并

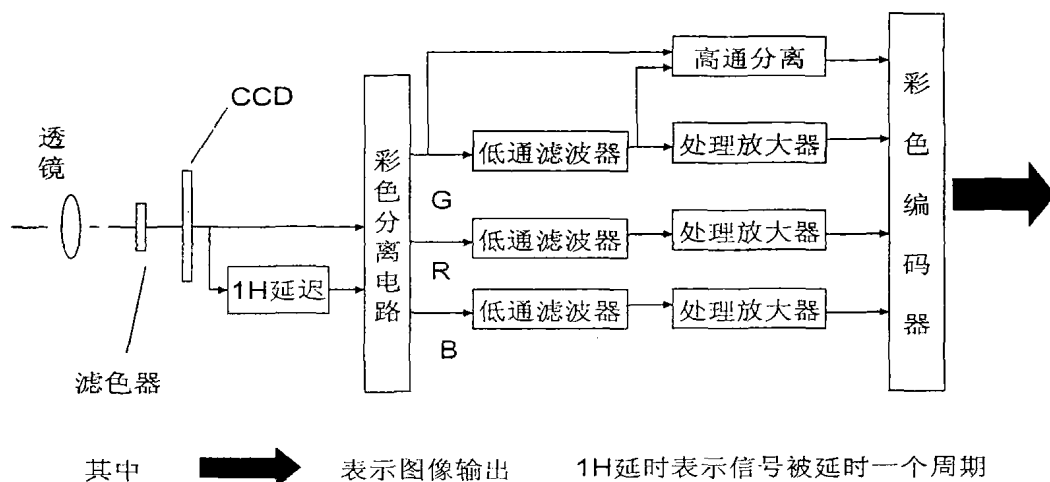


图 1-2-2 摄像机基本结构图

排安置,透镜头的景物信号经历滤色器后在 CCD 芯片上成像,然后,从形成的光学图像中取出含有彩色信号的图像信号,再和 1 H 延迟线取出的图像信号一起送入彩色分离电路。分离出来的三基色彩色信号通过各自的低通滤波器后,经放大再进入彩色编码器,从而得到复合图像信号输出(此信号为模拟信号,调制频率为 6 MHz)。

三、系统设备介绍

本系统中所使用的摄像机全部为 CCD 型摄像机,有三星 SCC-421P 一体机(一部)、FIELD1/3CCD CAMERA FD-8022C 两部、FIELD DOME CAMERA(半球型)一部。

1. 三星 SCC-421P 一体机

它是 3 款摄像机中最先进的一款,采用 22 倍变焦镜头和数字式变焦 IC,1/4in CCD 是最大可进行 220 倍监视的高性能监视用摄像机,分辨率为 480 线,有效像素为 752(水平)×582(垂直),它能够根据照明的明暗显示自然物体影像的白平衡,还能够根据被照物体的移动状态自动对焦和自动聚焦,并且可对强光照射下物体相对较暗的逆光现象给予弥补及实现逆光补偿功能。

2. FD-8022C

日本 FIELD 公司此摄像机不自带镜头,为高解像度摄像机,成像传感器为 1/3inCCD,分辨率为 480 线,具有背光补偿功能,有效像素为 752(H)×582(V),所使用的镜头为日本 AVE-NIR 公司产的 SSV0358(3.5 mm~8.0 mm F1.4)和 SSL060M3-MOTRIZIECD(6.0 mm~36 mm F1.2)。

3. FIELD1/3in CCD DOME CAMERA

日本 FIELD 公司生产的一款半球式摄像机,1/3in CCD,分辨率为 420 线,有效像素为 37 万,此款较精巧隐蔽,适于在屋顶安装。

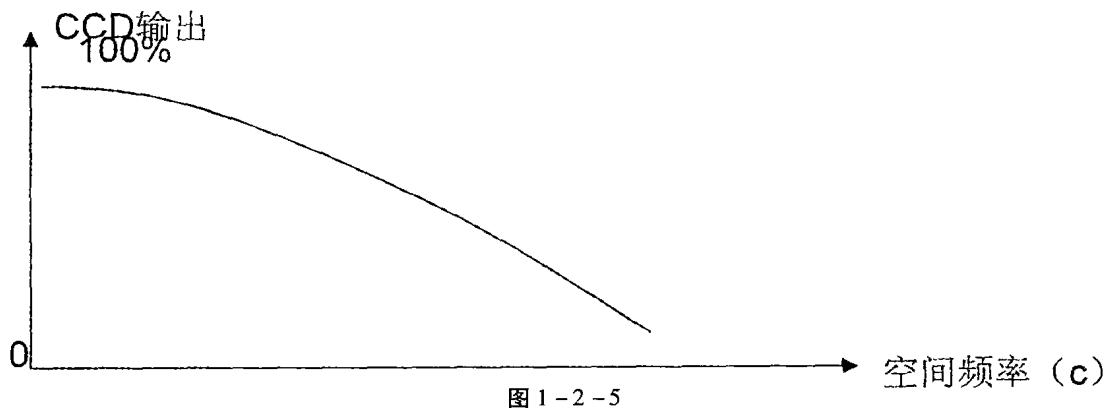
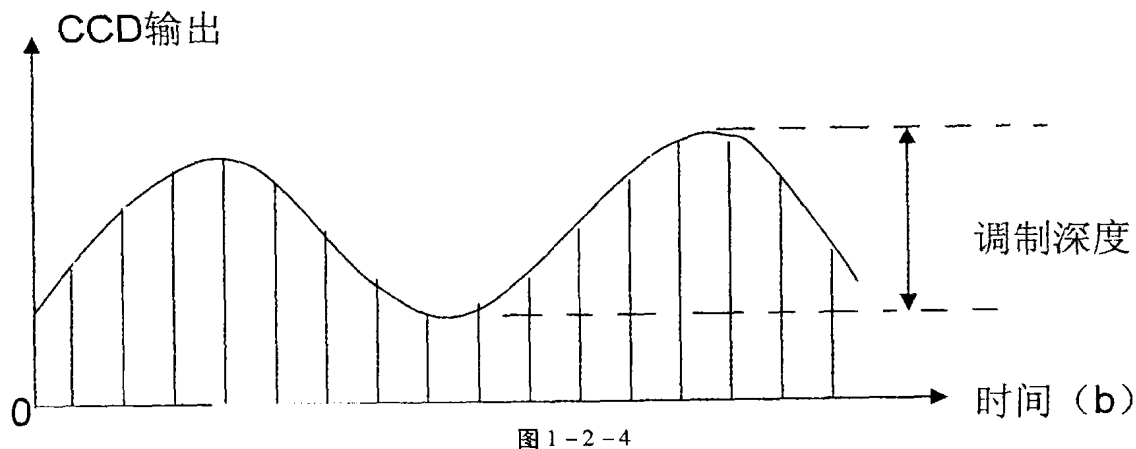
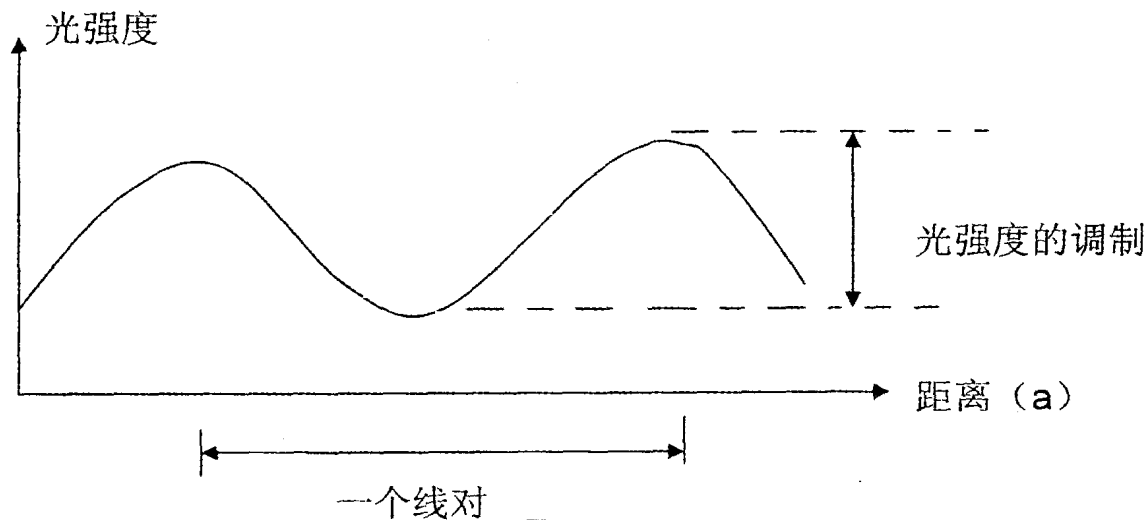
这三款摄像机在操作安装上极为简单,只需两个接线,一是视频线,另一是电源线(12 V)。

四、摄像机性能指标分析

1. CCD 图像传感器 绝大多数摄像机所用的图像传感器都是 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,但相应的成本也高。CCD 是电荷耦合器件(Charge Coupled Device)的简称,它把信息转化为电荷包的形式并进行

存储、转移,在摄像机中起转换器的作用,即把光强度随空间分布的变化(在 CCD 靶面上各像素点的光照不同)转换成电信号随时间的变化(以时间轴为基准,CCD 传感器在不同时刻输出的电压值是不同的)。

2. CCD 分辨率 分辨率是 CCD 图像传感器的最重要的特征,一般用器件的修正转换函数 MTF (Modulation transfer Function) 表示。而 MTF 与成像在 CCD 传感器上的光像的空间频率有关。1-2-3 图表示出了 MTF 与空间频率的关系。



一般说来,光像是通过傅立叶变换后所得到的周期性波动的空间频率来表示的。这种空间频率的单位一般用线对/毫米。一个线对是两个光强度最大值之间的间隔(见图 1-2-3)。CCD 电极的间隔同样用空间频率 f_0 (单元数/毫米)表示。通常,成像在 CCD 传感器上的光像的空间频率 f 用 f/f_0 归一化。例如,假设成像在 CCD 传感器上的光像的最大间隔为 $300\text{ }\mu\text{m}$, CCD 传感器的单元间隔为 $30\text{ }\mu\text{m}$,则归一化空间频率为 0.1。另外,根据耐奎斯特界限,分辨率在 $f/f_0 = 0.5$ 受到限制。对于具有给定空间频率的光像,CCD 的输出如图 1-2-4 所示。调制深度是用空间频率为零时作为 1 来归一化的,称之为 MTF。图 1-2-5 表示出 MTF 与空间频率的关系曲线。

3. CMOS 图像传感器 CMOS 是互补型金属氧化物半导体 (Complementary Metaloxide Semiconductor) 的简称,与 CCD 图像传感器相比,CMOS 图像传感器在分辨率、光照灵敏度和信噪比等方面处于劣势,但在成本、集成度和功耗方面却是比 CCD 图像传感器更胜一筹。CCD 图像传感器很难将其他功能模块集成于一体,而 CMOS 图像传感器则可以方便地将 A/D 转换和 DSP(数字信号处理)等多个功能集成于传感器自身的单个芯片中。随着电子技术的发展,已生产出上百万像素的数码相机。CMOS 图像传感器的最大弱点是光照灵敏度低,在光照条件好时,图像质量很好,但在光照暗的时候,图像质量严重恶化。由于 CMOS 改善电路设计、器件结构和工艺流程,COMS 图像传感器的质量指标还可以进一步提高。目前的技术已经可以使 CMOS 彩色图像传感器的最低照度低于 1 lx ,使黑白传感器的最低照度低于 0.1 lx ,因而用它制作的摄像机接近了与目前 CCD 器件同等的水平,使 CMOS 图像传感器取代 CCD 图像传感器已成必然。

4. 摄像机的分辨率 摄像机的分辨率是衡量摄像机优劣的一个重要参数,指的是当摄像机摄取等间隔排列的黑白相间条纹时在监视器上能看到的最多线数,当超过这一线数时屏幕就只能看到灰蒙蒙的一片而不能再分辨出黑白相间的线条。

5. 像素数 像素数指的是摄像机 CCD 传感器的最大像素数。一般有两种表示,一是给出水平及垂直方向的像素数如 $752\text{ H} \times 582\text{ V}$,一是直接给出了两者的乘积,如 43 万像素。对于一定尺寸的芯片像素数越多则意味着每一单元的面积越小,因而由该芯片构成的摄像机分辨率也越高。

6. 灵敏度 灵敏度一般用最低照度来表示,所谓灵敏度高即是要求其在很低的照度条件下也能输出较为清晰的图像。照度是反映光照强度的一种单位,其物理意义是照射到单位面积上的光通量。照度的单位是每平方米的流明(lm)数,也叫克勒斯(lx)。

$$1\text{ lx} = 1\text{ lm/m}^2$$

可见,从光点发出的光照度是遵守平方反比例的。

7. 信噪比(S/N RATIO) 它是信号保真度的量度,定义为 $10\lg(S/N)$,是信号电压对于噪声电压的比值。摄像机的信噪比越高,干扰噪点对画面的影响越小。其中 S/N = 信息的平均功率/噪声的平均功率。

8. 色温 色温并非摄像机自身的参数,而是色度学的物理量,但它却是一个与摄像机的白平衡调整效果密切相关的参数。定义:假定某绝对黑体(全辐射体)既不反射也不透过,而是完全吸收入射光,则该绝对黑体被加热时就会辐射出均匀而连续的光谱,光谱的能量分布只与温度有关。如果其辐射的光与某一特定光源的光具有相同的特性,则此时绝对黑体的温度就定义为该特定光源的色温,用绝对温度单位 K 来表示。它是用来表征光谱特性的。

9. 白平衡与黑平衡 白平衡(White Balance)直接影响重现图像的彩色效果,当摄像机的

白平衡设置不当时,重现图像就会出现偏色现象,特别是会使原本不带色彩的景物(如白色的墙壁)也上了颜色。白平衡就是拍摄白色物体时摄像机输出的红、绿、蓝三基色信号电压相等的现象。黑平衡(Black Balance)是指摄像机在拍摄黑色景物或者盖上镜头盖时,输出的三个基色电平应相等,使在监视器屏幕上重现出纯黑色。黑平衡对人眼视觉的影响远不如白平衡对人眼视觉的影响那样强烈,因此摄像机一般不设黑平衡调整电路。

白平衡的调整是在摄像机中的处理放大器中进行的,通过调整红、蓝信号放大器的增益使红、绿、蓝三路信号的电压相等即可完成白平衡的调整。当照射光源的色温变化时,必须重新调整白平衡。自动白平衡(Auto White Balance 简称 AWB)则可以在摄像机的连续工作中随时校正白平衡,因而现行彩色摄像机几乎百分之百地引用了自动白平衡技术。自动白平衡通常有两种处理方法:一种是将处理放大器输出的红、绿、蓝三基色信号送入白平衡电路,分别经白平衡窗口(也称为白平衡门)脉冲取样后加以整流,以得到平均直流电平,再将红路和蓝路的平均电平分别与绿路的电平进行比较;另一种是将色差信号 $R - Y$ 和 $B - Y$ 送入自动白平衡电路,经 $R - C$ 网络积分后,与零电平进行比较。

10. 相位水平调整 水平相位(Horizontal Phase 简称 HP)也称作行相位,它与彩色负载波(PAL 指彩色负载波频率为 $f = 4.433\ 618\ 75\ \text{MHz}$)具有严格的锁定关系。一旦相位失锁,就会造成在监视器屏幕上重现的图像无彩色或是出现彩色失真。

11. 垂直相位调整 垂直相位(Vertical Phase 简称 VP)也称作场相位,它与行相位也具有严格的锁定关系,主要是用于保证正确的电视扫描规律。

12. 外同步输入(SYNC) 通过 SYNC 将摄像机置于外同步方式,并将各摄像机的外同步输入端口连接到一个外界的同步信号发生器上,则各摄像机关断了各自的内同步产生电路,而是从外同步输入端口中获取并分离出各部分所需的同步信息。由于此时各摄像机的同步信息是来自同一个信号发生器,因而保证了各摄像机画面的同步关系。

第三节 镜头

镜头是闭路电视监控系统中必不可少的部件,镜头与摄像机(机体)配合,可以将远距离目标成像在摄像机的图像传感器靶面上。一般在监控系统中提到的摄像机均指的是 CCD 摄像机裸机,因此,在实际应用中,还需要根据应用场合的现场情况及用户的具体要求,选择一个合适的镜头与摄像机配套。在闭路电视监控系统中提及的单板机一般是将超小型镜头与板状 CCD 摄像机集成于一体,而一体机则大多是将高倍率的小型变焦镜头内置于 CCD 摄像机的机身内。

下面对镜头的主要参数进行简要的介绍。

一、焦距

焦距是镜头的主要技术参数之一。镜头可分为固定焦距镜头和可变焦距镜头两大类,固定焦距镜头简称定焦镜头,俗称普通镜头,可变焦距镜头简称变焦镜头。

从光学成像原理可知,镜头的焦距越大,视场角越小,物体的成像尺寸也就越大,监视的范围就会越窄;反之,镜头的焦距越小,视场角越大,物体的成像尺寸就越小,监视的范围就会越宽。

从某种意义上讲,选择镜头的焦距可以说是选择镜头的试场角。摄像机镜头是由 20 ~ 30 个透镜组成的一个复杂的光学系统,该透镜系统有很多光圈存在,因而限制了透镜系统的视场

角,当被摄景物离镜头很远时,镜头的视场角 ω 可以近似为:

$$\omega = 2\alpha \approx 2y_2/f(\text{rad})$$

式中, y_2 为成像面的大小, f 为焦距;视场角 ω 的单位为弧度, $1 \text{ rad} = 180^\circ/\pi \approx 57.3^\circ$ 。

从上面的公式可以看出,在保持成像尺寸不变的情况下,视场角 ω 与焦距长度成反比,即具有短焦距的镜头,有较大的视场角,可获得较小的成像,而长焦距镜头有较小的视场角,可获得较大的成像。

1. 定焦镜头

定焦镜头,即焦距固定不变的镜头。根据镜头焦距的长短,可将定焦镜头分为五大类型。

(1) 长焦距镜头,简称长焦镜头,即焦距大于成像尺寸的镜头。长焦镜头的视场角较小,约为 $15^\circ \sim 30^\circ$,但可获得较大的成像,所以通常称长焦镜头为特写镜头。长焦镜头的视场角较小,景深也不深,但用于拍摄特写镜头,即拍摄一个景物的一小部分细节时,例如拍摄某个人的五官特点、面部表情等,用长焦镜头可获得大而清晰的图像,所以长焦镜头又叫摄远镜头 (TELE)。

在实际使用中,长焦镜头主要用于观察、拍摄、放大远处某一具体物体的细节,例如人的五官特征、面部表情等。

(2) 短焦距镜头,简称短焦镜头,又叫广角镜头,即焦距小于成像尺寸的镜头。短焦镜头的视场角较大,一般大于 60° ,但所获得的成像较小;短焦镜头有较深的景深,但所成像的尺寸较小,因而短焦镜头称为广角镜头,用英文 WIDE 标志。在实际使用中,短焦镜头主要用于观察、拍摄场面比较大或环境照明比较差的全境。

(3) 标准镜头,又称普通镜头、中焦距镜头。标准镜头的焦距与成像尺寸相近,其焦距介于长焦镜头和短焦镜头之间,通常其视场角在 $40^\circ \sim 60^\circ$,用于拍摄一般景物时用。

(4) 超广角镜头,又叫鱼眼镜头。镜头的焦距越短,则视场角越大,被摄物体离镜头最近的成像距离就越小,所以短焦镜头又叫广角镜头;而视场角接近或大于 180° 的超短焦镜头,被称做超广角镜头,俗称鱼眼镜头。超广角镜头所获得的成像很小,但镜头有较深的景深,因而超广角镜头适合拍摄层次很多的大全景。

在实际使用中,超广角镜头用得不是很多,它主要用于观察、拍摄场面非常大或环境照明比较差的全境。

2. 变焦镜头

可变焦距镜头简称变焦镜头,其焦距可在一定范围内连续调节,从短焦(广角)变到长焦(摄远)。变焦镜头的焦平面是固定的,焦距的连续改变是通过改变镜头内部镜片之间的相对位置而实现的。采用变焦镜头的摄像机,使用起来非常方便,既可根据需要把焦距调整得长一些,按下摄远钮变焦,使焦距变大,做远距离观察,用来拍摄特写镜头,例如人的面部表情等;又可根据实际需要,按下广角钮进行变焦,使焦距变小,做广角观察,用于拍摄全景。在连续变焦的情况下,就能获得特写与全景的场面。目前生产的彩色摄像机一般都配备变焦镜头。

变焦镜头的最长焦距与最短焦距之比,称做变焦比,镜头的变焦比越大,其要求越高,造价也就越高,摄像机中大多采用变焦比在 $10 \sim 25$ 之间的变焦镜头。

目前的工艺技术已可制造光学变焦比达 100 倍以上的变焦镜头,但其造价昂贵,这种超大变焦比镜头在森林火情、城市火灾等的监视、观察拍摄中可发挥重要作用。

2002 年,我国成功地研制出 220 倍(即光学变焦 22 倍,数字放大 10 倍)的一体化摄像机 64 G/64 G2 220 X 的,它们具有高分辨率、高质量的影像,已用于多媒体电视监控系统中。