

变电站

视频监控系统

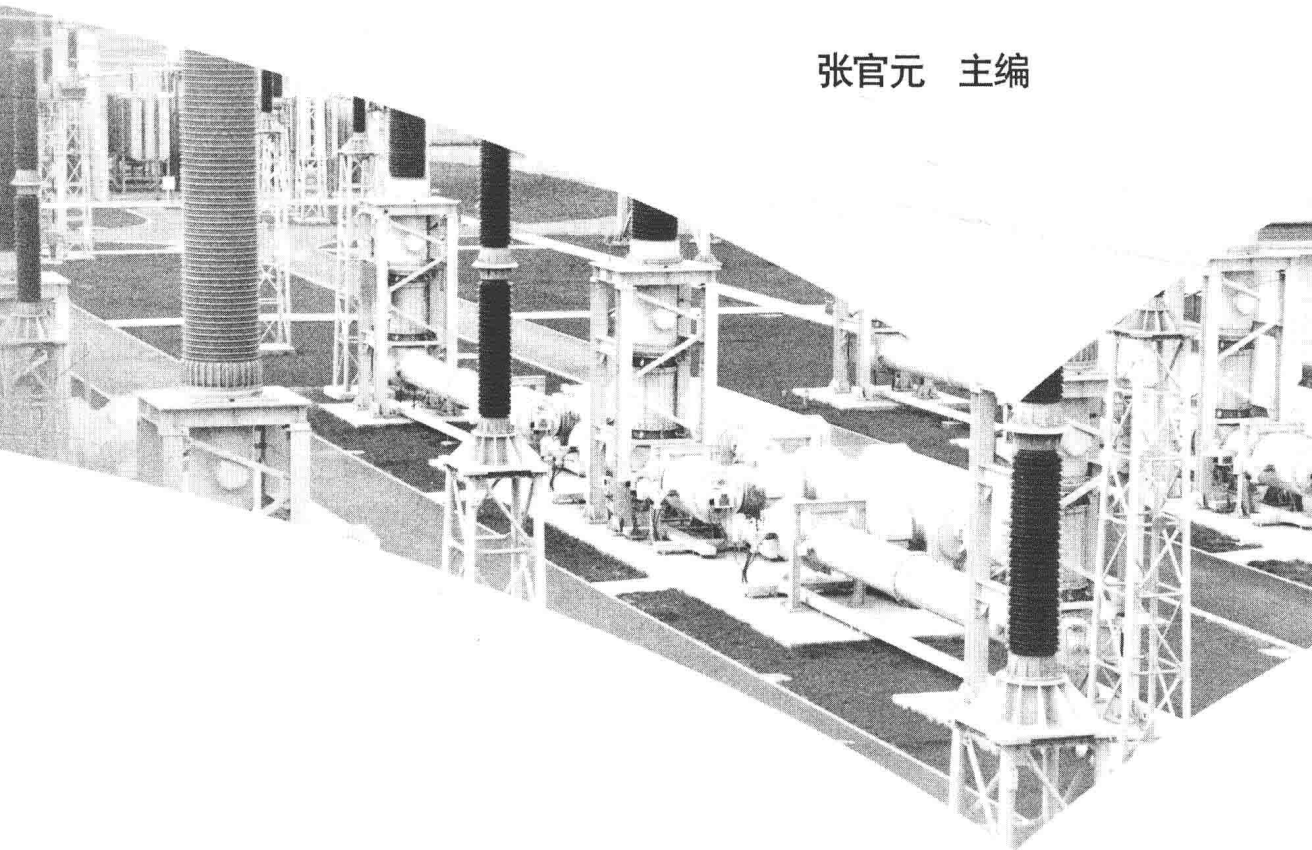
张官元 主编



变电站

视频监控系统

张官元 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是一本介绍变电站视频监控系统的实用性专著。全书共有五个部分，内容包括视频监控技术基础理论、变电站视频监控前端系统、视频监控管理系统、视频测试技术、变电站视频应用。变电站视频监控系统的建设、应用和运维一直是变电站管理的一项重要内容，本书在研究分析现有视频监控技术和变电站视频监控应用的基础上，重点对变电站视频监控系统的建设和维护要求、变电站视频监控平台软件系统的功能和要求、视频测试的内容和方式，以及变电站视频监控的应用技术等内容进行了阐述，使读者对变电站视频监控系统的建设、运维、测试、应用、设计和开发等有一个整体的理解。

本书可供从事变电站视频监控系统研究、规划、建设和维护的工程技术人员和技术管理人员阅读，可以作为变电站视频监控系统的建设、运维和应用等人员的培训教材，也可以作为视频监控系统的研究、设计、开发和测试等人员的参考教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电站视频监控系统/张官元主编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5123-8876-5

I. ①变… II. ①张… III. ①变电所—视频系统—监视控制
IV. ①TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 021785 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.125 印张 350 千字

印数 0001—3500 定价 65.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 编 张官元

编 委 陈建宁 姚 楠 蔡 越 黄 鑫

洪功义 张 鑫 张天兵

前言

变电站是电网的核心环节，担负着所在区域的供电任务，具有数目大、地域分布广且地处偏远的特点。随着变电站自动化程度的提高，无人值守模式得到大力推广，而传统的“四遥”（遥测、遥信、遥控、遥调）系统无法对变电站工作环境、生产环境以及众多的设备进行直观地监控，只能靠定期巡检来发现和解决现场的问题，在此背景下，视频监控系统作为变电站“遥视”系统，得到了较为普及的应用。变电站视频监控系统最基本的作用是将主控制室的设备运行情况，主变压器、断路器、隔离开关等运行状态的实时图像，防火防盗等智能设备的报警信息传输到直属上级监控中心或总监控中心，监控人员可通过实时图像和动环信息对变电站的运行情况进行综合监控和分析，及时发现、处理现场情况，达到安全防范、生产运行监控、视频巡视等目的。

变电站视频监控系统是一个开放的系统，不仅能够实现复杂环境下的无人值守监测，还能够与多种应用系统集成，把变电站的管理控制从“四遥”变为“五遥”，大幅提高了变电站运行和维护的安全性及可靠性，实现了电网的可视化监控和调度，并能够为事后分析事故提供有关图像资料，提高了变电站的监控水平，使电网运行更为安全、可靠，推动电网管理逐步向自动化、综合化、集中化、智能化方向发展。

本书是一本从实际应用的角度介绍变电站视频监控系统的实用性专著。全书共有五个部分。第一部分视频监控技术基础理论，内容包括视频监控技术起源及发展现状、国内外视频监控技术标准、视频监控关键技术、视频监控系统主要设备和视频监控技术发展趋势等；第二部分变电站视频监控前端系统，从变电站视频监控应用场景开始，描述了变电站视频监控系统的组成、传输网络、设备选型及配置，以及系统建设和运行过程中的调试测试、工程验收、维护等内容；第三部分视频监控管理系统，内容侧重于变电站视频监控系统的管理，提出了管理的一般性要求、关键技术应用，以及管理中涉及的主要性能指标、系统安全防护、容灾灾备、运维管理，给出了典型系统方案；第四部分视频测试技术，介绍了对变电站视频监控系统传输协议、应用功能、图像质量、设备电磁兼容、环境及可靠性等进行测试和评价的方法；第五部分变电站视频应用，内容包括变电站视频应用简介、应用关键技术、调度视频联动、辅助控制视频联动、视频应急处理系统、远程视频巡检系统、图像智能检测、变电站智能分析及典型应用。

本书可以作为变电站视频监控系统的建设、运维和应用等人员的培训教材，也可以为视频监控系统的研究、设计、开发和测试等人员提供参考。

本书由张官元策划、主编并负责统稿。其中参与第一部分编写的人员有陈建宁、蔡

越、张天兵，参与第二部分编写的人员有姚楠、陈建宁，参与第三部分的编写人员有洪功义、张天兵、黄鑫，参与第四部分编写的人员有黄鑫、张鑫、洪功义，参与第五部分编写的人员有蔡越、姚楠。在编写过程中得到南京南瑞集团公司、江苏省电力公司电力科学研究院、南京音视软件有限公司等单位领导和专家的大力指导和帮助，业界许多专家和学者也对本书的编写提供了非常宝贵且具体的意见。此外，本书的部分内容参考了行业内一些技术标准和优秀的技术文件，在此向他们表示由衷的感谢。

由于编者水平和视野所限，加之编写时间仓促，书中难免存在缺点和不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2015年11月

目 录

前言

第一部分 视频监控技术基础理论	1
1 视频监控技术起源及发展现状	1
1.1 视频监控技术的发展历史	1
1.2 三代视频监控技术的比较	4
2 国内外视频监控技术标准	7
2.1 国际视频监控标准	7
2.2 国内视频监控标准	11
3 视频监控关键技术	13
3.1 视频编解码技术	13
3.2 网络传输技术	16
3.3 网络互连协议	17
3.4 存储技术	20
4 视频监控系统主要设备	22
4.1 前端设备	22
4.2 视频服务器	24
4.3 视频控制设备	24
4.4 显示设备	25
5 视频监控技术发展趋势	26
5.1 数字化	26
5.2 高清化	27
5.3 网络化	28
5.4 智能化	29
第二部分 变电站视频监控前端系统	30
1 变电站视频监控应用场景	30
1.1 变电站安防视频监控	30

1.2	变电站生产运行监控	32
1.3	变电站视频巡视	34
2	变电站视频监控系统的组成	36
2.1	系统总体结构	36
2.2	摄像机设备介绍及典型参数	37
2.3	视频编码设备	39
2.4	音频设备	42
2.5	传输设备	42
2.6	站端客户端	43
2.7	站端保障系统	44
2.8	典型监控设计	46
3	变电站视频监控系统传输网络	56
3.1	E1 专线方式	56
3.2	以太网方式	57
3.3	3G 拨号方式	57
4	变电站视频监控系统的设备选型及配置	58
4.1	视频信号制式及编解码标准	58
4.2	图像质量	58
4.3	典型配置方法	62
4.4	站端设备配置典型要求	62
4.5	抗干扰措施	65
4.6	防雷接地措施	66
4.7	工程的实施要求	66
5	变电站视频监控系统的调试测试	73
5.1	调试前的准备	73
5.2	系统调试	73
6	变电站视频监控系统的工程验收	79
6.1	验收组织管理	79
6.2	验收原则	79
6.3	视频监控平台验收内容及要求	80
6.4	前端系统验收内容及要求	81
6.5	验收大纲编制	81
6.6	工厂验收	83
6.7	工程初验	84
6.8	试运行	86

6.9	工程终验	86
6.10	相关资料文件格式	88
7	变电站视频监控系统的维护	92
7.1	运行要求	92
7.2	维护内容	93
第三部分 视频监控管理系统		95
1	一般性要求	96
1.1	稳定性	96
1.2	易用性	96
1.3	扩展性	96
1.4	先进性	96
1.5	经济性	96
1.6	开放性	96
1.7	安全性	97
1.8	规范化	97
2	关键技术应用	97
2.1	软交换技术在视频监控系统中的应用	97
2.2	基于 ActiveX 控件的应用展现	98
2.3	实时视频流转分发技术	99
2.4	视频数据虚拟化存储	100
2.5	不同类型视频设备兼容接入	100
3	主要性能指标	101
3.1	可用性指标	101
3.2	可靠性指标	101
3.3	实时性指标	101
3.4	系统负载率指标	102
3.5	存储容量指标	102
3.6	接入容量要求	102
3.7	网络传输质量	102
4	系统安全防护	102
4.1	应用安全	102
4.2	数据安全	104
4.3	网络安全	104
4.4	物理安全	105

4.5	主机安全	106
4.6	终端安全	108
4.7	边界防护	108
5	系统容灾灾备	109
5.1	灾备策略	109
5.2	灾备架构	109
6	系统运维管理	110
6.1	系统运维职责分工	110
6.2	主要业务流程分工	112
7	典型系统方案	113
7.1	系统架构	113
7.2	系统功能	114
7.3	主要业务流程	121
第四部分 视频测试技术		130
1	传输协议测试	131
1.1	协议测试的基本概念	131
1.2	协议测试过程	132
1.3	电网视频监控系统接口协议	132
1.4	A 接口协议检测检验依据及内容	133
1.5	A 接口协议检测方法	133
1.6	B 接口协议检测依据及内容	140
1.7	B 接口协议检测方法	140
1.8	平台性能测试	144
2	应用功能测试	146
2.1	视频监控平台功能检测内容及依据	146
2.2	视频监控平台功能检验方法	146
2.3	前端系统功能检测内容及依据	152
2.4	前端系统功能检测方法	152
3	图像质量检测	157
3.1	图像质量评价方法	157
3.2	视频图像质量检测目的	158
3.3	视频图像质量检测内容	159
4	设备电磁兼容测试	161
4.1	电磁兼容概述	161

4.2	电磁兼容测量标准	162
4.3	变电站视频设备的电磁兼容问题	163
4.4	变电站视频设备的电磁兼容测试	164
5	环境及可靠性试验	174
5.1	温度影响试验	174
5.2	湿热影响试验	175
5.3	低气压试验	177
5.4	机械性能试验	178
第五部分	变电站视频应用	179
1	变电站视频应用关键技术	179
1.1	视频智能分析技术	180
1.2	视频智能检测技术	180
1.3	云计算技术	180
2	变电站调度视频联动	181
2.1	相关技术依据	181
2.2	典型应用方案	183
2.3	典型应用功能	184
3	变电站辅助控制视频联动	189
3.1	相关技术要求	189
3.2	典型应用方案	191
3.3	典型应用功能	196
4	变电站视频应急处理系统	202
4.1	业务架构	202
4.2	应用架构	203
4.3	多业务系统信息集成	204
4.4	便携式手持终端	205
4.5	典型的共享融合点方案	205
5	变电站远程视频巡检系统	206
5.1	系统典型架构	206
5.2	无线网络构建	208
5.3	系统设备及功能	209
6	变电站图像智能检测	213
6.1	图像质量评价技术	213
6.2	国内外研究现状	213

6.3	典型应用	214
6.4	典型应用功能	217
7	变电站智能分析	221
7.1	简介	221
7.2	视频分析相关技术	224
7.3	变电站智能分析典型应用	234
附录	视频监控系统地址编码规范	237
1	对象地址编码	237
2	国家电网公司对象编码示例	240
参考文献		245

第一部分

视频监控技术基础理论

1 视频监控技术起源及发展现状

1.1 视频监控技术的发展历史

视频监控技术具有悠久的历史，20世纪80年代起，安全防范技术在我国民用领域率先兴起。安全防范系统涵盖了视频监控系统、可视对讲系统、门禁系统、电子巡更系统、出入口控制系统、防盗和联网报警系统等，其中视频监控系统处于核心地位，是安防系统的主要组成部分，成为最主要的技术防范手段之一，其他系统基本都需与其结合应用。安防视频监控系统是指用于安全防范的目的，通过对监视区域进行视频探测、视频监视、控制、图像显示、记录和回放的视频信息系统或网络。

视频监控技术来源于非广播电视技术。电视技术主要分为两种：一种是广播电视技术，它是录好的，经过编辑的（如电视台播放的电视剧），但并不反映实况，可以向大众广播；另一种是非广播电视技术，利用视频技术探测、监视设防区域，并实时显示、记录现场图像。视频监控技术发展到今天，在多次技术变革的冲击下，已经完全进入高科技领域，不论广度、深度都不逊色于广播电视技术。视频监控以其直观、准确、及时和信息内容丰富而广泛应用于许多场合，成为复杂的环境条件下保证人员、设备安全的重要手段。

近年来，随着数字图像处理技术和数字电路技术的飞速发展，图像信号的数字化和处理变得比较普遍，利用数字图像处理技术进行动态监测和现场监控都已成为现实，而且具有相当高的灵敏度和可靠性。当前视频监控系统被广泛应用于金融系统、交通系统、公安系统、电力系统、教育系统和医疗系统等众多领域。随着计算机、网络以及图像处理、传输技术的飞速发展，视频监控技术也有了长足的发展，经历了以盒式磁带录像机（VCR）为代表的第一代模拟视频监控系统、以数字硬盘录像机（DVR）为代表的第二代数字视频监控系统和正在蓬勃发展的第三代网络化视频监控系统（以IP网络为代表）三个阶段的发展演变，从整体上来说，智能化、高清化、数字化、网络化是目前公认的视频监控技术的发展趋势。

1.1.1 模拟视频监控系统

20世纪80年代的视频监控技术比较简单，都是直接采用视频同轴电缆将视频图像从前端监控点传回监控中心，并逐一显示在监视器上。随着监控点的增多，视频显示设

备和录像设备也大幅增多，增加了建设成本，加大了管理难度。

为了方便管理，提高监控效率，引入了视频矩阵技术，即将视频图像从任意一个输入通道切换到任意一个输出通道。视频矩阵的出现，解决了大量视频图像的切换显示和分配共享等问题。视频采集（摄像机）、视频传输（视频同轴电缆）、视频管理（矩阵）、视频显示（监视器）和视频录像（录像机）就构成了一个基本的视频监控系统。视频信息通过电缆以模拟信号的形式传输，然后在监视器上显示出来，并以录像带形式保存，这种主要是以模拟设备为主的闭路电视监控系统（CCTV）称为模拟视频监控系统，其主要组成如图 1-1 所示。

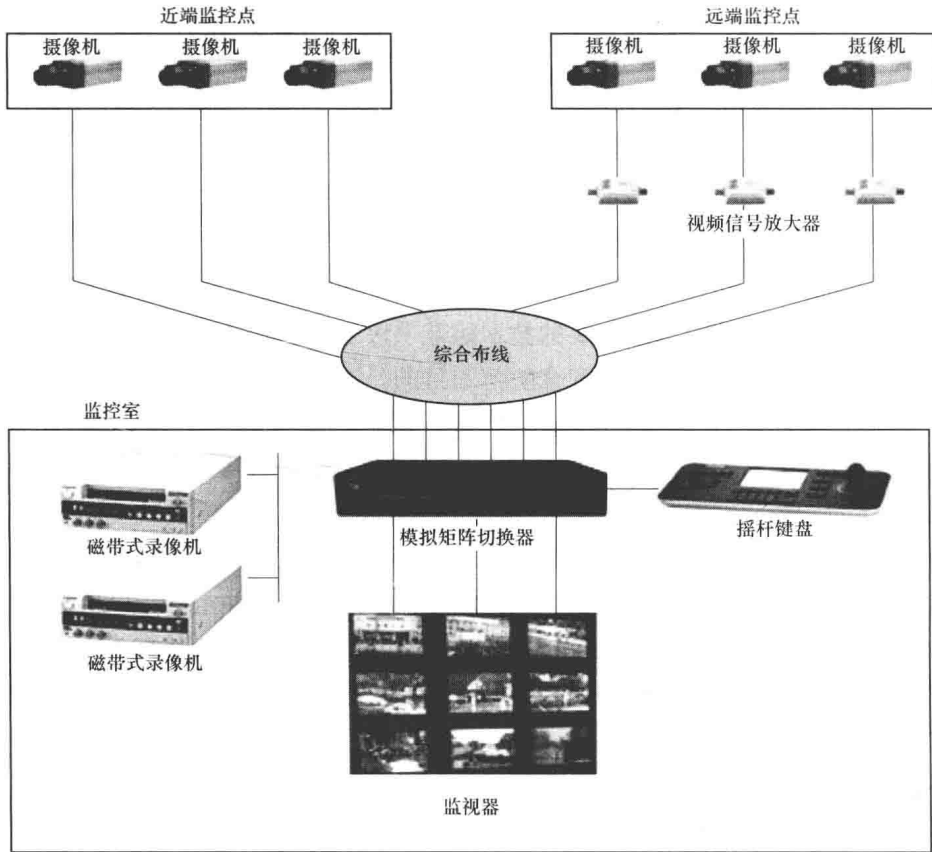


图 1-1 模拟视频监控系统的主要组成

受到模拟视频电缆传输长度等因素限制，第一代视频监控系统一般只支持本地和小范围内的监控，监控图像一般只能在控制中心查看，不能实现远程直播或点播。模拟视频监控系统的主要局限性在于：

(1) 通常只适合于小范围的区域监控。模拟视频信号的传输工具主要是同轴电缆，而同轴电缆传输模拟视频信号的距离一般不大于 1km，双绞线的距离更短，这就决定了模拟监控只适合于单个大楼、小的居民区以及其他小范围的场所。

(2) 系统的扩展能力差。系统扩展性通常受到视频画面分割器、矩阵和切换器等输入容量限制，对于已经建好的系统，如要增加新的监控点，往往是牵一发而动全身，新

的设备也很难添加到原有的系统之中。

(3) 无法形成有效的报警联动。在模拟监控系统中, 由于各部分独立运作, 相互之间的控制协议很难互通, 联动只能在有限的范围内进行。

(4) 视频信息不易保存。录像带能够存储的信息量较小, 占用空间大且易于丢失、被盗或无意中被擦除, 录像质量不高并且随复制数量增加而降低。

1.1.2 数字视频监控系统

20 世纪 90 年代中期, 随着对视频监控系统要求的提高、视频监控应用在诸多领域的普及, 以及多媒体技术、视频压缩编码技术、网络通信技术的发展, 视频监控技术也有了飞速发展, 数字视频监控系统迅速崛起, 不仅实现了远距离监控, 还实现了视频联网监控, 一定程度上满足了人们对远距离、大范围监控以及视频资源共享的迫切需求。数字视频监控系统是以数字硬盘录像机 (DVR) 为核心设备的“模拟-数字”视频监控系统, 系统在远端安装若干个摄像机及其他告警探头, 采用视频采集卡完成对视频图像的采集、压缩, 通过传输网络汇接到监控中心的工控机或硬盘录像机, 完成从摄像机到 DVR 的视频信号传输, 并且在显示器上显示监控图像。DVR 可支持录像和回放, 并可支持有限的 IP 网络访问, 同时工控机或硬盘录像机配合交换机及相关软件使局域网内其他用户可以浏览和控制视频信息。数字视频监控系统的主要组成如图 1-2 所示。

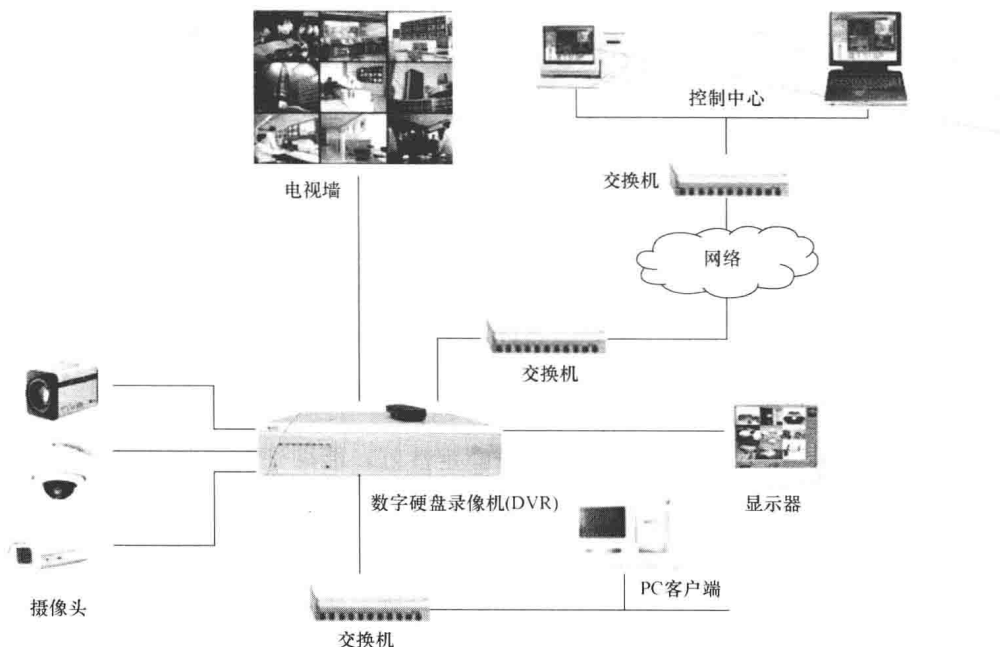


图 1-2 数字视频监控系统的主要组成

数字视频监控系统采用的是“模拟-数字”相结合的方案, 矩阵完成实时监控功能, 图像清晰流畅且实时性好, 用 DVR 实现数字存储, 虽然看起来完美, 但是随着监控范围和系统规模的不断扩大, 问题和局限也就越来越多的暴露出来, 主要有以下问题:

(1) 视频信号在多级传输中, 需要经过多次的 A/D、D/A 转换, 每次转换都会导

致视频信号一定程度的损耗，系统规模越大，传输层次越多，传输距离越长，视频损耗就越严重，导致图像质量无法保证。

(2) 两套非标准技术（矩阵和 DVR）硬捏在一起，集成复杂，图像压缩、传输、交换、集成、控制和存储标准性差，异构平台整合困难，成本高昂。

(3) 用户必须构建一张由矩阵与光纤（配合光端机）或视频电缆组成的专网，布线成本高，并且随着监控数量增大，矩阵的端口数快速增长，平均到每个监控点的投资会上升很快。

(4) 视频监控系统中需要加入多种的大量的中间接入设备，如光端机、矩阵、视分器等，且其中大部分设备不具备网管功能，缺乏自动管理和维护手段，无法实时侦测设备运行状态，设备故障也不能自动查找，这些对于大规模系统都是不可接受的。

1.1.3 网络化视频监控系统

21 世纪初，随着宽带网络技术及网络带宽的大大提高，以及数字处理技术和视音频编解码效率的改进，视频监控系统迈入了全数字大网络化的全新阶段。第三代是基于 DVR/DVS（数字视频服务器）的网络化视频监控系统，由视频采集设备、存储服务器集群、IP 网络以及 Web 服务器等组成，新一代网络摄像机将普通摄像机、视频压缩卡和网络转换器集成于一体，将图像转换为基于 TCP/IP 网络协议的数据包，使摄像机所摄取的画面直接传送到网络，系统中的所有设备都以 IP 地址来识别和相互通信，采用通用的 TCP/IP 协议进行图像、语音和数据的传输和切换，远端用户可以通过 Web 浏览器收看、回放、点播视频信息，不再受地域的限制，不受规模的束缚，系统具有强大的无缝扩展能力，可以支持多种建设模式。网络化视频监控系统的主要组成如图 1-3 所示。

使用网络摄像机可为视频监控系统的开发和应用带来许多的优越性：

(1) 先进性。监控点现场可以实现数字化和网络化，直接利用已有的计算机网络综合布线传输图像，并进行监控。

(2) 高性价比。系统所需设备简单，控制全由后端软件完成，省去了传统视频监控系统大量的昂贵的设备。

(3) 适应现场能力强。设备可靠性、稳定性好，能做到无人值守和远程控制，实现基于网络的集中管理。

(4) 扩展和延伸性好。当需要增加新的监控地点时，只需在现有网络中增加一台网络摄像机即可，不需要对现有布线系统做任何改动。

1.2 三代视频监控技术的比较

1.2.1 系统稳定性

模拟视频监控系统技术含量不高、系统功能少但相对成熟、工作稳定、不易死机。

数字视频监控系统基于计算机技术发展和视频压缩技术出现而产生，但由于操作系统本身的缺陷带来了数字监控系统一定程度上的不稳定性，随着工控机的出现及嵌入式系统的发展，数字监控系统在稳定性上有所改善。

网络化监控系统大量使用高性能服务器保障了整个系统的稳定运行，再结合服务器

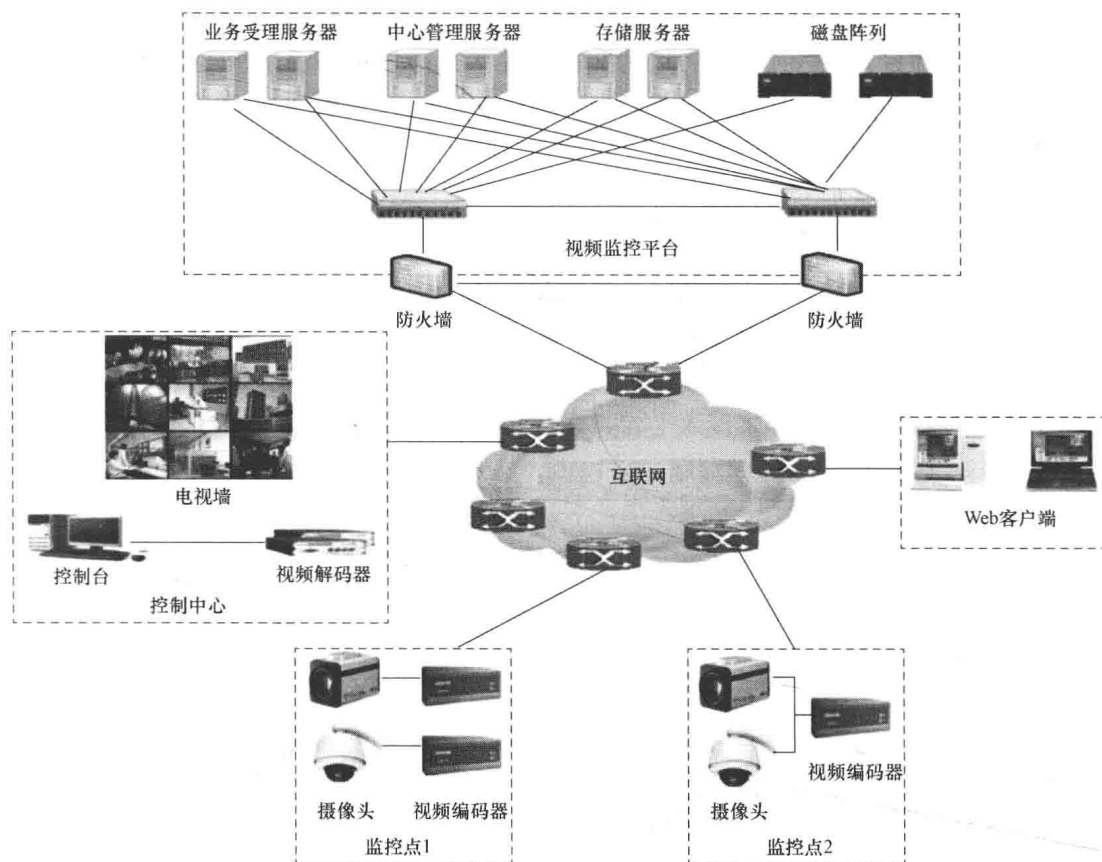


图 1-3 网络化视频监控系统的主要组成

双机备份、UPS 不间断电源、稳定的传输网络等，真正实现了 7×24 h 稳定运行。

1.2.2 系统安全性

模拟监控系统大多采用模拟方式传输，最简单的是将图像基带信息直接送入视频传输电缆进行传送至监控室矩阵，传输电缆易受环境及人为破坏。操作界面无认证功能，任何人都可以使用。

数字监控系统使用软件方式调看图像，需要进行用户认证。无法较好防范因操作系统漏洞造成的网络攻击、在网络上传输的媒体数据包没有加密措施（易被截取或替换）。

网络化监控系统采用高性能硬件防火墙或网闸，保障监控平台不受非法入侵、恶意攻击、病毒感染等。前端设备对媒体数据做 AES128 位加密，保障数据在传输过程中的安全。用户登录经过多次认证，同时可限制或允许特定登录 IP。

1.2.3 系统容量

模拟监控系统适合小型化本地监控，设备一般可达到 16×64 路能力，监控点增加时需再配中心设备（矩阵）。

数字监控系统适合中小型规模、有一定网络需求的小范围监控，设备一般可支持 64 路接入，同时设备之间可以进行少量级联来扩大监控规模，一般最大可以达到一两百路。