

视频监控系统应用变化及发展趋势

梁 伟

中央广播电视总台，北京 100866

[摘要]随着技术的不断进步和应用场景的拓展，视频监控系统作为现代安防体系的核心组成部分，正经历从被动记录到主动防御、从孤立部署到全域联动的深刻变革。随着人工智能、物联网、大数据等技术的深度融合，其在公共安全、社会治理、民生服务等领域的应用边界不断扩展，逐渐形成智能化、网络化、集成化的发展趋势。例如，物联网技术在工业监控系统中的应用，如某污水远程监控系统，通过物联采集控制器和传感器实时传送数据至控制中心，实现了对污水处理设备运行状态的实时监控。同时，大数据技术在公共安全领域的应用，如智能视频监控系统，通过建立监控网络 and 智能分析技术，有效防范罪犯和恐怖分子的行为，减少恶性犯罪的发生率。未来，视频监控将在多维感知能力构建、隐私安全平衡、生态互联互通等方向持续演进，推动安防体系向更高维度的主动防控模式转型。

[关键词]视频监控；安防体系；技术融合；主动防御；隐私保护

DOI: 10.33142/sca.v8i5.16430

中图分类号: TU855

文献标识码: A

Changes and Development Trends in Video Surveillance System Applications

LIANG Wei

China Media Group, Beijing, 100866, China

Abstract: With the continuous advancement of technology and the expansion of application scenarios, video surveillance systems, as the core component of modern security systems, are undergoing profound changes from passive recording to active defense, from isolated deployment to global linkage. With the deep integration of technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and big data, their application boundaries in fields such as public safety, social governance, and livelihood services are constantly expanding, gradually forming a trend of intelligent, networked, and integrated development. For example, the application of IoT technology in industrial monitoring systems, such as a remote sewage monitoring system, enables real-time monitoring of the operation status of sewage treatment equipment by transmitting data to the control center through IoT acquisition controllers and sensors. At the same time, the application of big data technology in the field of public safety, such as intelligent video surveillance systems, effectively prevents the behavior of criminals and terrorists by establishing monitoring networks and intelligent analysis technologies, and reduces the incidence of malicious crimes. In the future, video surveillance will continue to evolve in areas such as building multidimensional perception capabilities, balancing privacy and security, and promoting ecological interconnectivity, driving the transformation of the security system towards a higher dimensional proactive prevention and control model.

Keywords: video surveillance; security system; technology integration; active defense; privacy protection

引言

视频监控系统自诞生以来，始终扮演着社会安全守护者的角色。在技术迭代与社会需求的双重驱动下，其功能定位已从简单的影像记录工具，逐步发展为具备智能分析、实时预警、协同处置能力的综合安防平台。当前，全球数字化转型浪潮加速了视频监控技术与人工智能、边缘计算、5G 通信等领域的交叉融合，推动其在安防体系中的应用模式发生根本性转变。

1 视频监控技术的演进

1.1 模拟视频监控

模拟视频监控系统主要由摄像机、视频矩阵、监视器以及模拟录像机等设备构成。该系统利用高分辨率影像传感器进行现场图像的采集，并通过有线通信方式将图像信号传输至监控中心。由于该系统采用模拟传输技术，因此

视频线缆的传输距离受到了一定限制。因此，在系统部署时，需全面考虑沿线各类传感器和视频监控设备的信号传输状况，以保障整体监控效果的稳定可靠（见图 1）。

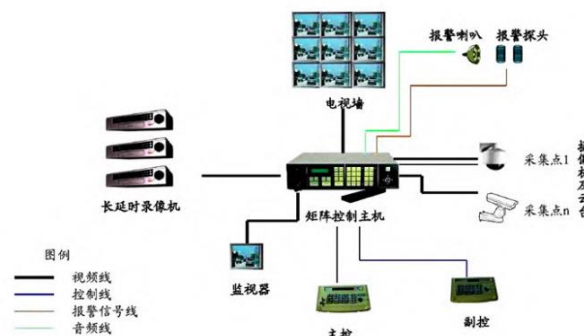


图 1 模拟视频监控示意图

1.2 数字监控升级

数字视频监控系统的诞生,标志着安防领域正式迈入信息化时代的大门。通过将模拟信号转换为数字编码,系统实现了视频数据的网络化传输与数字化存储。这种变革不仅突破了物理距离对监控范围的限制,更使得多节点设备的集中管理成为可能。数字硬盘录像机替代传统磁带设备后,视频检索效率实现了质的飞跃,时间戳标记、分段存储等功能的引入,显著降低了事件回溯的时间成本。更重要的是,数字化为视频内容的初步分析创造了条件,移动侦测、越界报警等基础智能算法的引入,使监控系统开始具备简单的行为识别能力。这种技术升级显著提高了安防资源的利用效率,为后续智能化转型奠定了数据基础。

在数字化的技术跃迁中,视频编码标准的演进发挥了关键作用。H.264 编解码技术的广泛应用,让同等画质下的视频流码率相比早期的 MPEG-2 标准降低了 50%,从而极大地减轻了网络带宽的负担。与此同时,通过引入分布式存储架构,视频数据能够在本地存储设备与云端之间实现智能调度,这既确保了关键数据的安全存储,又提高了跨区域调阅的效率和便利性。数字监控系统还首次实现了设备状态远程监测功能,通过 SNMP 协议可实时获取摄像机的运行参数,预判设备故障风险。这种从“物理连接”到“逻辑互联”的转变,使得安防系统开始具备初步的自我维护能力,为后续智能化升级铺平道路。

1.3 智能监控转型

随着人工智能技术的突破性发展,视频监控系统已经进入了智能监控的新阶段。例如,天翼视联科技有限公司的视联网平台,通过深度学习模型和数据增强技术,实现了人脸识别准确率超过 95%,并能实时跟踪分析视频中的行为模式,识别异常行为并发出预警。此外,智能体平台在视频监控中的实际表现还包括了目标检测和行为分析测试,准确率同样达到了 95%以上,支持多模态数据融合,处理视频、音频等多种类型的数据。智能摄像机的普及使得视频处理从中心服务器前移至边缘端,在降低带宽压力的同时,大幅提升实时预警的响应速度。多模态传感器的协同工作,让系统不仅能捕捉视觉信息,还能整合红外热成像、声音识别等多元数据,形成多维度的态势感知能力^[2]。边缘计算架构的引入是智能监控的重要技术突破。搭载 NPU 的智能摄像机,能够在本地高效执行人脸特征提取、车辆属性识别等复杂计算,仅将精炼的结构化数据上传至中心管理平台。该分布式处理模式显著缩短了系统响应延迟,从秒级跃升至毫秒级,尤其适用于交通违章快速抓拍、禁区非法闯入等亟需即时响应的场景。算法层面,通过三维卷积神经网络的应用,系统能够深度解析视频流中的时空关联信息,精准识别打架斗殴、物品异常遗留等复杂行为模式。采用更前沿的多任务学习框架,单个模型即可同步执行目标检测、轨迹预测、属性分析等多重任务,极大提高了计算资源的利用效率。这种技术融合不仅增强了系

统的实战能力,更重新定义了安防系统的价值维度——从被动记录工具进化为主动风险管控平台。

2 视频监控在安防体系中的核心应用场景

2.1 公共安全防护

在反恐维稳、应急指挥等公共安全领域,视频监控系统通过技术融合实现了全要素感知能力的突破性提升。城市级视频监控网络采用“点—线—面”立体布防策略,高空瞭望摄像机以 3~5 公里半径形成宏观监控圈层,搭配地面移动式全景摄像机组网,构建起动态调整的监控密度梯度。在交通枢纽、城市广场等人员密集区域,智能分析引擎运用人体姿态识别算法,能够即时监测推搡、奔跑等异常行为,并融合声纹识别技术,精准捕捉特定频率的尖叫或呼救声,从而构建出全面的风险判定模型。针对重大活动安保,视频监控系统与电子围栏、无人机反制装置形成联动机制,一旦检测到未经授权的设备侵入禁飞区,系统将即刻启动电磁干扰措施,并同步锁定操作者的具体位置。这种技术集成化应用,使公共安全防护从传统的被动响应升级为智能预判与主动干预相结合的闭环管理模式。

在跨境安全协作领域,视频监控系统依托区块链技术实现跨国数据安全共享。边境监控点部署了先进的多光谱成像设备,这些设备具备长焦透雾功能,能够在雨雾等恶劣天气条件下捕捉可疑目标的热辐射特征。采集到的加密数据通过智能合约机制,在确保主权安全的前提下,与邻国监控平台进行有限的信息交互,从而实现全天候实时监控和管理。针对危险品运输监管,危化品车辆专用识别码与视频监控的车牌识别系统深度绑定,当车辆偏离预定路线或停靠非指定区域时,系统自动向监管部门推送三级预警信号。

2.2 社会治安管理

视频监控技术在社会治安中的应用已突破单一视觉维度,向多源数据融合分析演进。智慧街面巡防系统借助视频结构化引擎技术,实时将监控画面解析为包含时间、地点及人物特征的标准数据单元,并与公安业务数据库实现毫秒级的精准比对。在商业街区等复杂环境中,系统运用先进的行人重识别技术,结合服饰纹理、步态特征等生物识别辅助手段,成功实现对目标个体在多摄像头覆盖范围内的连续追踪。针对新型网络犯罪活动,网吧、电竞酒店等场所安装的监控设备已集成上网行为智能分析模块,能够准确识别异常登录模式,并与反诈骗平台实现实时信息共享与联动响应。

在城乡接合部治安治理中,视频监控系统创新应用声光联动威慑机制。当监控到斗殴等治安事件时,智能摄像机可自动调整焦距锁定关键目标,同时启动定向声波装置发出警示音,并通过强光频闪干扰施暴者行为。对于流动人口管理,智能门禁系统与视频监控数据深度融合,建立居住行为特征模型,自动识别群租、短租异常变动情况。

2.3 关键基础设施防护

关键基础设施的防护体系依托视频监控技术构建起

分层递进的智能防御机制。在电网系统中，特高压变电站部署的智能巡检机器人搭载多光谱云台摄像机，可同步检测设备表面温度、绝缘子污秽度、机械部件位移等多维参数，其采集数据经边缘计算节点预处理后，通过电力专网回传至省级监控中心^[3]。输油管道防护场景中，分布式光纤振动传感系统与视频监控形成空间联动，一旦振动传感器捕捉到异常挖掘信号，便会立即激活邻近监控点，启动视频复核流程，并精确计算出破坏行为发生的地理位置。

在核设施安全防护领域，视频监控系统创新性地集成了辐射剂量可视化技术。特种摄像机不仅能够捕捉人员活动轨迹，还能实时显示所在区域的辐射剂量热力图。例如，在福岛核电站事故中，放射性监测仪器被用于监测空气和水源中的放射性物质浓度，以评估公众暴露风险并采取保护措施。类似地，北京达美盛软件的可视化辐射场模型技术，通过将辐射分布数据与三维场景模型结合，使操作人员能够直观地理解辐射场的剂量强度，有效规避风险。当检测到未授权人员进入高辐射区域时，系统能够远程控制气闸门，实施物理隔离，确保了核设施的安全。针对城市地下综合管廊，视频监控设备集成气体检测传感器，在录制监控画面的同时，系统还会分析甲烷、硫化氢等气体的浓度，从而实现对安全隐患的多维度综合评估。

2.4 社区与家庭安防

智慧社区安防系统通过视频监控技术构建起三级防护体系：周界防范层采用热成像摄像机与雷达联动，实现全天候入侵检测；公共区域层部署具备人群密度分析功能的广角摄像机，预防踩踏等安全事故；单元防护层则通过智能门禁与视频对讲系统，实现人员身份精准核验。例如，某社区通过智慧安防系统实现了对独居老人和儿童的自动预警，有效守护了“一老一小”两大居民群体的安全。此外，智慧梯控系统的应用有效防止了电动自行车上楼，保障了居民的安全。在老旧小区改造中，视频监控系统与智慧灯杆集成创新，利用路灯供电网络部署监控设备，同时通过光照自适应算法解决夜间画质问题。

家庭安防领域，智能摄像机突破传统监控范畴，向家居健康管理延伸。监护型摄像机配备了毫米波雷达技术，能够在确保隐私安全的同时，有效监测老人跌倒、婴儿呼吸异常等关键生命体征变化。宠物智能看护系统则通过视频分析识别宠物拆家、焦虑等行为，自动释放安抚信息素或启动交互玩具进行行为矫正。部分高端系统集成了AR可视化功能，用户只需通过手机APP，即可轻松查看虚拟安防态势图，从而直观了解门窗开闭状态、人员流动轨迹等关键安全信息。

3 安防体系下视频监控系统的发展趋势

3.1 技术融合

视频监控系统的技术融合正从设备级互联向生态级协同演进。借助数字孪生技术，物理监控场景与虚拟仿真

模型实现了精准的双向映射。实时渲染引擎进一步将摄像机画面与环境参数（如温度、湿度、电磁场等）相融合，最终生成了一个可交互的、立体的安防态势图。在工业场景中，防爆型智能摄像机集成振动传感器与声发射检测模块，既能捕捉设备外观异常，又可解析机械内部轴承磨损产生的特定频率声波，实现设备健康状态的跨模态诊断。森林防火领域，无人机搭载高光谱成像仪与视频监控系统联动，通过分析植被反射光谱特征，可在肉眼可见明火前6~8小时识别枯萎植被的热辐射异常，提前预警火灾风险。

5G-A技术的商用化，推动视频监控进入全息感知时代。毫米波雷达与摄像机的硬件级融合设备，通过先进的数据融合技术，能够穿透雨雪雾霾等恶劣天气条件，准确获取目标物的距离、速度、角度信息。融合后的点云数据与视觉画面的时空对齐精度达到厘米级，确保了在复杂环境下的高精度目标检测。在交通管理场景，这种融合技术能区分车辆与阴影的实体边界，显著提升恶劣天气下的违章识别准确率。更前沿的量子成像技术，则通过计算光场波动特性重构被遮挡物体的轮廓信息，使监控系统具备“透视”能力，为反恐排爆等特殊任务提供技术支撑。

3.2 主动防御

主动防御体系的进化体现在风险预测模型的时空维度突破。基于时空图卷积网络的行为预测算法，可解析监控画面中人群的移动轨迹、交互频率等时空特征，提前15~30分钟预判踩踏风险等级。在金融安防领域，微表情识别引擎通过捕捉面部肌肉的细微颤动，结合语音情感分析，构建起柜面业务办理的风险评估指数。当识别到客户出现焦虑、愤怒等情绪波动时，系统自动触发双人复核机制，有效预防金融纠纷升级。

生物特征交叉验证技术的突破，特别是静脉识别与步态分析的融合认证，使主动防御不再受限于单一模态。通过静脉识别系统获取个人静脉分布图，并结合步态分析技术，可以在人员通过监控区域时同步验证手掌静脉模式和行走动力学特征。这种融合认证技术的应用，将身份冒用风险降低至0.0001%以下，显著提高了身份验证的安全性和准确性。在重点场所防护中，智能系统凭借对电磁信号频谱特征的精细分析，能够精准识别出伪装于日常物品中的窃听装置，其识别精度相较于传统射频检测技术有了三个数量级的显著提升。这种多模态风险感知能力，推动安防体系从“事件响应”向“风险消除”的根本转型。

3.3 体系集成：安防生态互联互通

视频监控系统的集成化发展催生出“神经元式”安防架构。每个智能摄像机犹如边缘神经元，不仅拥有本地决策的智慧，还能借助类脑计算框架，实现跨节点信息的深度共鸣与交互。在城市级安防大脑中，视频数据流与110接警记录、网格员巡查日志等非结构化数据深度融合，利用知识图谱技术构建起包含3000+实体关系的安防本体

库。当某区域发生盗窃案件时,系统可自动关联周边维修登记、二手交易平台数据,生成犯罪嫌疑人行为路径的贝叶斯概率模型。

在跨系统集成领域,视频监控与 BIM 的深度融合开创了立体安防新范式。大型商业综合体的监控系统可直接调用 BIM 模型中的管线布局、承重结构数据,当检测到违规装修破坏建筑主体时,自动生成结构应力变化仿真报告。在能源互联网场景中,通过视频监控数据与电网负荷预测模型的联动,结合大数据分析技术,优化变电站巡检排班,实现了对厂区人员流动规律的深入分析。这一方法显著提升了运维效率,具体而言,运维效率提升了 40%以上。这种深度集成不仅突破了系统界限,还重新定义了安防价值的衡量标准。

3.4 安全与隐私平衡

隐私计算技术的突破为视频监控合规化提供新范式。基于全同态加密的视频分析框架,可在加密视频流上直接运行人脸识别算法,确保原始数据全程不可见。在智慧社区应用中,联邦学习架构使多个物业公司的监控系统能协同训练异常行为识别模型,而无需共享居民隐私数据。更创新的可逆脱敏技术,通过对抗生成网络将真实人脸特征转化为虚拟形象,既保持行为分析所需的姿态特征,又彻底消除身份泄漏风险。

数据安全方面,量子密钥分发技术开始应用于监控数据传输环节。一旦摄像机监测到关键区域出现异常,便会立即自动生成量子随机数密钥,对视频片段进行加密处理^[4]。区块链技术的深化应用,则使视频证据的时空信息通过智

能合约写入不可篡改的分布式账本,单个节点的数据篡改会触发全链验证机制。这种技术组合拳,正在建立“可用不可见、可见不可溯”的新型数据治理体系。

4 结语

视频监控系统的演进历程,本质上是现代安防体系适应数字文明进程的缩影。从模拟到智能的技术跨越,从公共安全到民生服务的场景拓展,从孤立设备到生态集成的体系变革,每个发展阶段都深刻反映了技术创新与社会需求的辩证关系。随着量子计算技术的深入探索和神经形态芯片的持续发展,视频监控系统预计将大幅提升其分析精度、响应速度和能效比。随着技术的不断进步,如何在保护个人隐私与确保公共安全之间找到平衡点,以及如何同步技术标准与伦理规范,已成为行业亟需深入探讨的课题。

【参考文献】

- [1]杨中海,王祥金,杨昊保.视频监控系统数据应用技术在管理决策中的应用研究[J].中国安防,2025(3):95-100.
 - [2]贺树荣.卡口视频监控系统在甘肃高桥林场森林火灾防控中的应用[J].南方农业,2025,19(6):172-174.
 - [3]艾武. IPv6 和 IPv4 双栈技术在铁路综合视频监控系统的應用[J].中国铁路,2025(3):120-125.
 - [4]朱泽国.视频监控系统应用变化及发展趋势[J].智能建筑与智慧城市,2023(2):142-144.
- 作者简介:梁伟(1968.11—),男,毕业院校:北京航空航天大学,所学专业:经济学,当前就职单位:中央广播电视总台,职务:科长,职称级别:工程师。