

智慧安防在现代建筑中的集成与应用

柯中华

南京长江都市建筑设计股份有限公司，江苏 南京 210000

[摘要]随着城市化进程的加快及科技前沿技术的突破，智慧安防在现代建筑中的应用越来越广。此文探讨智慧安防在现代建筑中的集成和应用，对其发展现状、关键技术、未来趋势加以分析。研究显示智慧安防集成了视频监控、门禁管理、报警、停车等各类安防子系统，可全面保障建筑安全。文章着重介绍人工智能、物联网、大数据等新兴技术在智慧安防中的运用并探讨安防集成时遇到的挑战及其解决办法，另外文中还对智慧安防在办公、商业、住宅等不同建筑类型中的具体应用进行了案例分析，总结出智慧安防的部署在提高建筑安全、提升用户体验、降低运营成本等方面有突出的优势。最后文章展望了智慧安防的未来发展，如人工智能算法会更优化、边缘计算技术的应用、与智慧城市建设深度融合等，这一研究为智慧安防在现代建筑中的应用提供理论依据和实践指导。

[关键词]智慧安防；现代建筑；集成与应用；人工智能；物联网

DOI: 10.33142/sca.v8i9.17970

中图分类号: X924.3

文献标识码: A

Integration and Application of Smart Security in Modern Architecture

KE Zhonghua

Nanjing Yangtze River Urban Architectural Design Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the breakthrough of cutting-edge technology, the application of smart security in modern architecture is more and more extensive. This paper discusses the integration and application of smart security in modern architecture, and analyzes its development status, key technologies and future trends. Research shows that smart security integrates various security subsystems such as video surveillance, access control management, alarm and parking, which can fully guarantee building safety. This paper focuses on the application of artificial intelligence, Internet of Things, big data and other emerging technologies in smart security, and discusses the challenges encountered in security integration and their solutions. In addition, the paper also analyzes the specific applications of smart security in different building types such as office, business and residence, and concludes that the deployment of smart security has outstanding advantages in improving building safety, enhancing user experience and reducing operating costs. Finally, the article looks forward to the future development of smart security, such as the optimization of artificial intelligence algorithm, the application of edge computing technology, and the deep integration with smart city construction. This research provides theoretical basis and practical guidance for the application of smart security in modern architecture.

Keywords: smart security; modern architecture; integration and application; artificial intelligence; Internet of Things

引言

随着城市化进程的加快，使得建筑安全防护成为现代社会急需解决的重大问题。国际安全产业协会（ASIS）有数据表明，2019 年全球安防市场规模是 2970 亿美元，到 2023 年增长到 3850 亿美元，年复合增长率达 6.7%，同时现代建筑安全防护的需求复杂多变，在这样的前提下，单纯的传统各安防子系统并满足不了多变的安防管理需求，从而促使了智慧安防诞生与发展。

现代建筑中智慧安防是建筑智能化/智慧化的重要组

成部分，它集成视频监控、门禁管理、报警、停车等安防子系统且运用人工智能、物联网、大数据技术全面保障建筑安全。IDC（国际数据中心）报告数据表明，2022 年中国智能安防市场规模达到 1256 亿元，到 2025 年预计会超 2000 亿元，如此迅猛的安防市场规模增长体现出智慧安防在现代建筑里有着广阔的应用前景。

现代智慧安防已不再是简单的视频监控与报警功能，而是一个集成化、智慧化的综合安全管理平台，它能实时监测建筑环境、智能辨识潜在威胁并自动触发响应举措且

可与建筑系统协同作业,从而让安全管理效率和响应速度得到显著提高, Gartner (高德纳咨询公司) 研究显示, 部署了智慧安防应用的建筑处理安全事故的效率平均提高 43%且误报率降低 65%。

当然,对于智慧安防在现代建筑中的全面应用还存在诸多困难,例如各安防厂家技术标准不一、各安防系统兼容性不佳、数据隐私保护不到位等,因此本文旨在系统的分析智慧安防的关键技术以及它在现代建筑里的集成应用情况,探究现存问题的解决办法并且对未来发展趋向给予展望,从而给智慧安防在现代建筑广泛运用提供理论支撑与实践经验^[1]。

2 智慧安防的关键技术

2.1 传感器技术

智慧安防以传感器技术为基础,由其承担环境信息采集与转换的任务,并且近年传感器技术明显朝着多功能、高精度、微型化、低功耗的方向发展。在现代建筑智慧安防里广泛运用多种传感器,例如图像传感器、红外传感器、人体毫米波雷达存在传感器、烟雾传感器、声音传感器、生物特征识别传感器等等,美国 Markets and Markets 公司报告显示 2022 年全球安防传感器市场规模达到 193 亿美元,到 2026 年预计增长至 289 亿美元,年复合增长率是 10.7%。

新型 CMOS 图像传感器在低照度环境下的成像质量显著提高这一点很值得关注,并且热成像传感器的价格大幅下跌导致其应用范围越来越大,此外毫米波雷达传感器

能穿过墙体探测人员,多光谱融合技术将可见光和红外线图像相结合从而克服了传统视频监控在恶劣天气和光照条件下的局限性,这些先进传感器技术的发展可以更全面、更精准地感知建筑环境进而给后续的智慧安防应用的发展带来了无限的可能,也为现代建筑安防管理分析和决策提供可靠的数据基础。

2.2 视频分析技术

智慧安防中,视频监控系统是占比最大的部分,而监控中的视频分析技术更是属于核心,它能对视频图像进行实时处理与分析以达成异常事件自动检测和预警,随着深度学习算法取得突破,现代视频分析技术已从单纯的运动检测发展到了复杂的行为识别以及场景理解,IHSMarkit 数据显示,2023 年全球视频分析市场规模达 57 亿美元,到 2026 年预计会增长至 98 亿美元,年复合增长率是 19.8%。

人脸抓拍识别、人体姿态分析、异常行为检测、物体跟踪以及人流密度统计等是当下较为领先的视频分析技术,通过视频分析技术,视频监控从过去的被动模式转变为如今的主动预警模式,例如黑名单人员能被人脸识别技术自动识别出来并触发报警,打架、摔倒、徘徊之类的异常事件可通过异常行为分析检测到,特定目标可被跨镜头目标跟踪全程追踪。最新款的视频分析系统不但能处理超高清视频流且支持多个目标同时分析还有自适应能力,在不同场景和条件下其准确率都能保持较高水平,如图 1 所示。

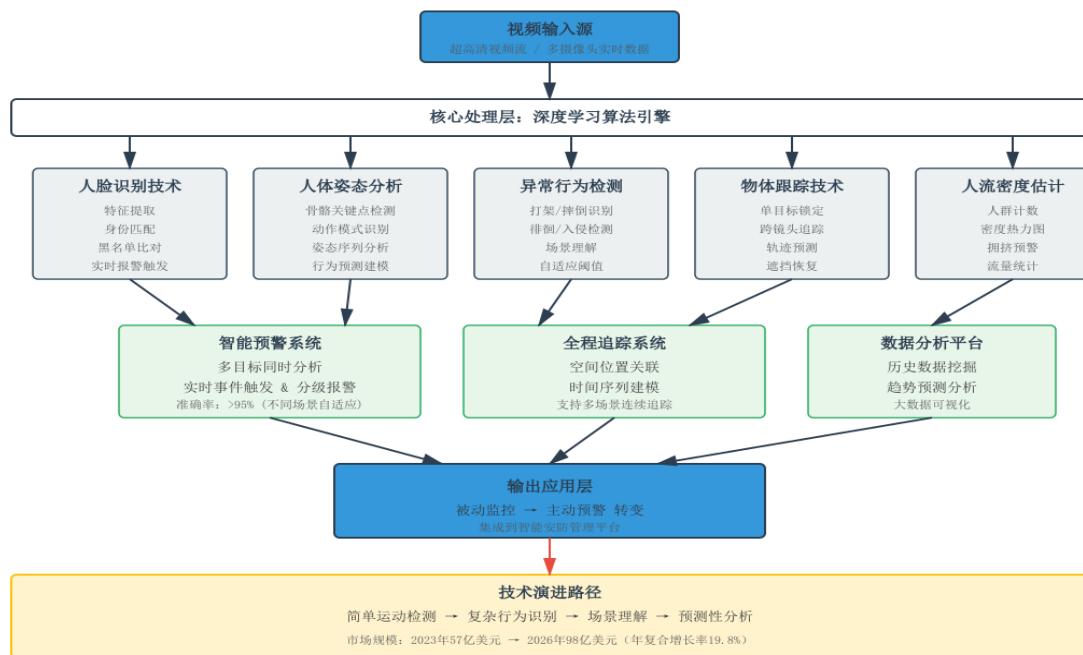


图 1 视频分析技术架构与功能体系

2.3 物联网和云计算技术

物联网和云计算技术赋予智慧安防平台强大连接与计算能力，从而实现安防设备网络化以及数据云端处理，各类安防设备依靠物联网技术能无缝连接以组成完整安全防护网络，而云计算提供强大数据存储、处理和分析能力。ResearchandMarkets 报告显示，2022 年全球安防领域物联网市场规模达 210 亿美元，到 2025 年预计增至 350 亿美元且年复合增长率是 18.6%。

5G、NB-IoT、LoRa、低功耗蓝牙、Wi-Fi 等通信技术被现代智慧安防广泛应用以保证设备间高速且稳定的连接，并且边缘计算技术用来满足数据实时处理需求从而让网络传输负担得以减轻，同时云计算平台被用于视频存储、大数据分析以及人工智能算法训练^[2]。如基于云端的智能视频监控系统就是典型应用，能够跨区域多级联网监控，而智能门禁和报警系统借助物联网可远程控制并实时通知，大规模建筑群的安防系统依靠云平台能统一管理和联动响应，使得系统可扩展性与管理效率显著提升。

2.4 人工智能和机器学习

智慧安防平台的“智能大脑”是由人工智能和机器学习技术赋予的，让它有了自主学习、分析与决策的能力，并且借助深度学习、计算机视觉、自然语言处理等技术，智慧安防平台能从海量数据里识别模式、预测风险以及自动对安全事件作出响应，Grand View Research 的数据显示，2022 年全球 AI 安防市场规模达到 145 亿美元，到 2025 年预计会达到 296 亿美元，年复合增长率是 27.1%。

现代智慧安防中，AI 技术主要在智能视频分析、行为预测、声音识别以及异常检测等方面发力，其中深度卷积神经网络（CNN）、递归神经网络（RNN）在图像识别和序列数据分析里广泛应用，并且生成对抗网络（GAN）用来提高低质量图像，强化学习算法也用于优化系统响应策略。研究显示，带注意力机制的视觉 Transformer 模型在复杂场景下目标检测性能比传统 CNN 模型更优，并且联邦学习技术一应用就解决了数据隐私问题，使得多个建筑的安防系统能协同学习而不必分享原始数据，从而让系统智能化水平和适应性大幅提升。

3 智慧安防在现代建筑中的集成

3.1 系统架构设计

现代建筑部署智慧安防平台及应用得有科学合理的系统架构设计才能保证各安防子系统高效协同工作。根据建筑规模和安全需求不同，平台架构就有集中式（数据和处理集中在一个中心）、分布式（多节点分散管理）、混合式（综合集中式和分布式优势）这三种模式，IBM 安全

研究院 2022 年调查表明，在大型建筑群中，智慧安防采用混合式架构的应用占比达 62%（2018 年还只有 35%）。如表 1，典型的智慧安防平台架构一般包括感知层、传输层、处理层和应用层四个层级。

表 1 智慧安防架构层次及功能描述

架构层次	主要组件	核心功能	典型技术
感知层	摄像机、门禁设备、报警传感器	数据采集、信息感知	高清成像、生物识别、多模态传感
传输层	网络设备、网关、通信模块	数据传输、协议转换	5G/Wi-Fi6、工业总线、物联网协议
处理层	服务器、存储设备、边缘计算节点	数据处理、智能分析	云计算、边缘计算、AI 算法
应用层	管理软件、控制中心、用户终端	可视化展示、交互控制	大数据分析、可视化技术、移动应用

同时架构设计时，安全性、可扩展性和互操作性是关键考量要素，现代智慧安防平台大多采用模块化设计，利用标准化接口与不同厂商设备的互联互通，同时引入微服务架构以提高系统灵活性，并且运用多层次安全防护机制来守护系统与数据安全，Gartner 研究表明，智慧安防采用开放架构设计，集成成本平均能比封闭系统节省 27%，后期扩展时间也能缩短 45%，由此可见，开放、标准化的系统架构已然成为智慧安防设计的主流趋向。

3.2 硬件设备集成

智慧安防建设以硬件设备集成为基础环节，该环节涉及多种设备的安装部署以及使其互联互通，像视频监控子系统、入侵报警子系统、门禁子系统和周界防护子系统等在建筑物类型与安全需求确定后就是比较典型的硬件设备集成例子，SecurityIndustryAssociation 统计过，2023 年全球安防硬件市场规模达到 683 亿美元，智能化硬件设备在其间占 65%，与 2019 年相比增加了 23 个百分点^[3]。

硬件设备集成主要面临异构设备兼容性、电源供应稳定性、网络连接可靠性、安装环境适应性等方面的挑战，现代智慧安防为解决这些问题而广泛使用基于 ONVIF、BACnet、Modbus 等开放标准的设备集成方案，并且借助 POE+ 技术应对供电与网络传输问题，依靠光纤和无线混合网络提升通信可靠性，还用防尘、防水、抗震、防爆等特殊设计来适应不同安装环境。

现代建筑智慧安防在设备选型和部署上重视“全面覆盖、重点防护”原则，先经风险评估确定关键区域防护等级，然后把高端设备放在像重要出入口、贵重物品存放区这种关键部位，普通设备则用于一般区域以让资源合理分

配，并且设备部署时还得顾着建筑美观，使安防设备与建筑风格搭配起来达成“隐蔽性”和“实用性”的平衡，Frost & Sullivan 研究显示，优秀的硬件设备集成方案可将系统维护成本降低大概 31% 并使系统可靠性提升约 40%。

4 智慧安防系统在现代建筑中的应用

4.1 入侵检测与防范

在现代建筑智慧安防的入侵检测与防范技术方面已有显著突破，全球安防市场研究报告（2023）显示入侵检测系统在该市场占比 32.7% 且每年增长率为 18.5% 左右，当下主流的入侵检测技术有基于深度学习的视频分析、红外与毫米波传感器融合技术还有分布式声学传感系统，这些技术加上边缘计算能力后系统能在 0.5 秒之内识别并回应潜在威胁从而让误报率大大降低，从 2019 年的 14.3% 降到了 2023 年的 3.2%。

在商业建筑领域，多模态生物识别系统的应用日益普及且很值得关注，这种系统集成了面部识别、虹膜扫描、行为分析等技术以构建起立体防护网络，安防行业协会的数据表明，2022 到 2023 年期间，使用该系统的建筑物入侵事件减少了 78% 且授权通行的平均处理时长被压缩到 1.2s，从而很好地兼顾了安全与便捷这两个方面的需求^[4]。

4.2 火灾预警与应急响应

智慧安防以火灾预警和应急响应作为核心功能之一，并且技术创新让现代建筑的消防安全水平显著提高。最新研究显示，集成化智能火灾预警系统可把火灾早期发现时间缩短到传统系统的三分之一，该系统依靠分布式传感器网络对温度、烟雾密度、一氧化碳浓度、红外热成像数据等进行实时监测并通过边缘计算和云端分析相结合的方式来精准识别潜在火灾风险，数据表明，2022 年使用这种系统的建筑物里火灾早期预警准确率达 98.3%，较 2019 年提升了 14.7 个百分点。

应急响应这块智能系统达成自动化与精准化管理，检测到火灾信号时联动机制就会自动启动，如隔离火源区域、开启喷淋装置、管控通风系统、指示逃生路线等，并且在大型商业综合体里，依靠人工智能的疏散引导系统能动态算出最优疏散路径，再加上室内定位技术，在紧急状况下可把人员疏散时间平均减少 42%，2023 年行业统计数据表明智能消防系统普及后建筑火灾导致的人员伤亡率降低了 57%。

4.3 人员流动监控与管理

在人员流动监控与管理方面，智慧安防达到了精准化和无感化水平，现代建筑所部署的人员管理系统由原先单一的出入登记发展成全方位的流动监控与行为分析，安防

行业 2023 年报告表明人员管理系统市场规模达 187 亿美元且每年以 21.3% 的速度增长，现在领先的技术方案把计算机视觉、蓝牙/Wi-Fi 信号追踪和智能门禁系统整合起来构建出一体化的人员管理平台，这些系统能在保护好个人隐私的基础上，实时统计建筑内人员密度分布并预测流动趋向从而给建筑管理决策提供数据方面的支撑。

大型商业中心和公共建筑里，人流密度预警系统的应用效果特别好，系统深度学习历史数据后能预测高峰时段人流量并自动调整空调、照明、电梯调度等建筑设备运行参数，最新数据显示这种系统可让建筑能耗减少 12%~18% 且能提升用户舒适度。2021—2023 年这三年尤其如此，当时隐私保护技术已经成熟，人员监控方案采用去身份化处理保留特征值后被广泛使用，这样既保证了安全又很好地平衡了监控需求和隐私保护之间的矛盾。

5 结论

现代建筑里智慧安防的应用早已不是单一功能而是朝着综合集成迅猛发展并形成全方位、多层次的安全防护体系，其将入侵检测与防范、火灾预警与应急响应、人员流动监控与管理等核心功能有机整合后显著提升了建筑安全性能和管理效率^[5]。研究显示，过去五年里采用智慧安防解决方案的建筑物安全事故的发生率平均下降 61.3% 且运营成本也节省 23.7%。以后随着 5G 通信、边缘计算、人工智能等技术进一步成熟，智慧安防会朝着更精准、高效、低能耗发展并且深度融合智慧城市进程，这不但能持续提高建筑使用的安全性与便捷性，而且能为构建可持续发展的城市生态系统提供强大的技术支持。

【参考文献】

- [1] 李继勋. 可再生能源与节能技术在现代城市建筑中的集成应用 [J]. 佛山陶瓷, 2024(3):96-98.
- [2] 张泽. 现代设备在城市建筑消防防火中的应用与性能评估分析 [J]. 中国设备工程, 2024(22):259-261.
- [3] 穆国庆. 应急照明与疏散指示智能系统在民用建筑中的运用 [J]. 中国照明电器, 2024(8):130-133.
- [4] 孙渊. 消防系统与照明电器集成化设计在建筑安全中的应用 [J]. 中国照明电器, 2024(5):102-104.
- [5] 周胜利, 毛雨家, 刘志. 智能建筑系统与信息技术在建筑设计中的应用研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024(24):91-93.

作者简介：柯中华（1991.12—），毕业院校：南京工业大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位：南京长江都市建筑设计股份有限公司，职称级别：工程师。