

# 基于5G的智能视频监控系统分析与研究

李杨旭

中冶京诚工程技术有限公司 北京 100176

**摘要：**本文聚焦基于5G的智能视频监控系统。阐述其重要性与技术优势，如提升监控感知、推动技术融合、具备传输与连接等优势。解析“终端感知层-5G传输层-云端平台层-应用服务层”的核心架构。指出系统在传输、算法、终端、数据存储处理方面的问题，并从提升传输稳定性、优化算法适配性、降低终端能耗、优化数据存储处理机制等方面提出优化方法。

**关键词：**5G技术；智能视频监控；系统架构；分析

引言：在数字化浪潮推动下，监控领域正经历深刻变革，基于5G的智能视频监控系统应运而生。其构建与应用兼具战略意义与技术价值，不仅在应用层面能实现高清视频实时稳定传输与精准分析，为管理决策提供科学依据，还推动了5G与多前沿技术的深度融合。然而，该系统在实际应用中面临5G传输稳定性、智能算法适配性、终端设备能耗以及海量数据存储处理等诸多关键问题。为此，深入剖析其核心架构，探寻针对性优化方法，对推动系统发展与应用至关重要。

## 1 基于5G的智能视频监控系统的重要性与技术优势

在监控领域持续演进与革新的进程中，基于5G的智能视频监控系统的构建与应用，展现出极为重要的战略意义与显著的技术价值，正逐步成为推动行业发展的核心力量。

### 1.1 从应用价值角度深入审视

该系统凭借其强大且全面的功能，实现了高清视频数据的实时、稳定传输，并开展精准无误的分析工作。在高清视频传输方面，5G网络的高速率特性为视频数据的高质量传输提供了坚实保障。相较于传统网络，它能够确保视频画面清晰、流畅，无卡顿与延迟现象。精准的分析工作则得益于先进的人工智能算法，系统可对视频中的各类信息进行快速识别与深度挖掘。这使得系统对各类场景的感知能力得到大幅提升，无论是人员密集的公共场所、交通繁忙的城市路网，还是工业生产的关键环节，都能敏锐捕捉到潜在的风险因素。例如，在公共安全领域，系统可实时监测异常行为，提前发现可能引发安全事故的隐患；在交通管理中，能精准识别交通违法行为，及时疏导拥堵路段。基于这些精准的感知与分析，系统能够为不同场景下的管理决策提供详实、科学的依据，助力管理者做出更为合理、高效的决策，有效提升管理效率与质量。

### 1.2 从技术发展层面分析

基于5G的智能视频监控系统有力推动了5G通信技术与人工智能、大数据、物联网等前沿技术的深度融合。这种融合并非简单的技术叠加，而是产生了协同效应，拓展了5G技术的应用范畴。5G为人工智能提供了高速、稳定的数据传输通道，使得人工智能算法能够快速获取海量视频数据进行分析处理；大数据技术则对系统收集到的各类数据进行存储、整理与分析，挖掘数据背后的潜在价值；物联网技术实现了监控设备之间的互联互通，构建起一个智能化的监控网络。这种深度融合不仅为5G技术在更多领域的应用提供了可能，也为智能视频监控技术的持续迭代升级开辟了崭新的路径，推动整个行业向智能化、高效化方向发展。

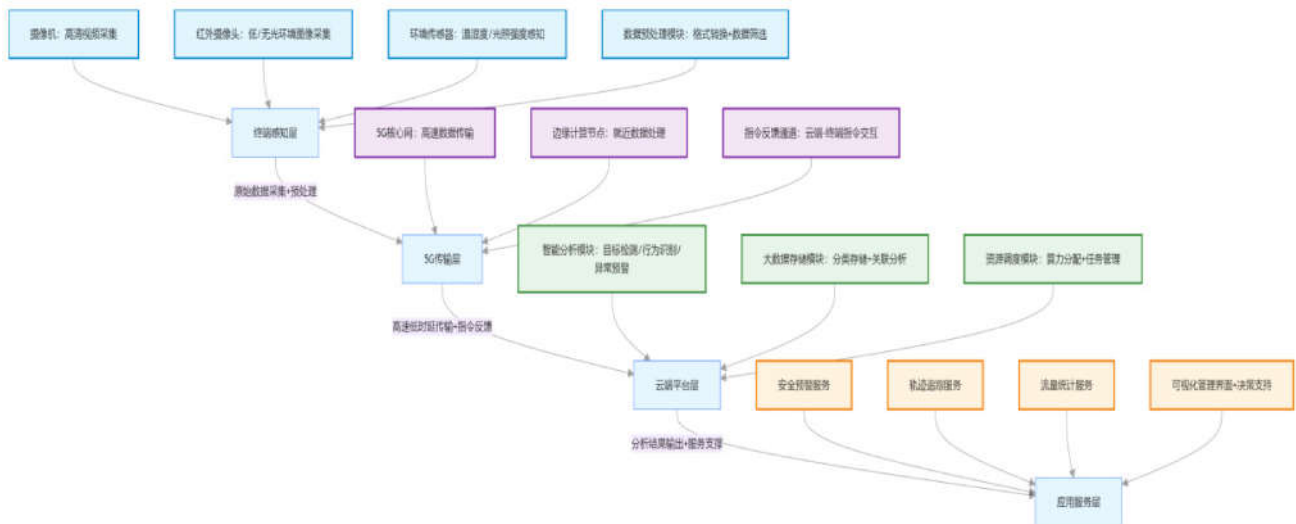
### 1.3 与传统的视频监控系统相比

基于5G的智能视频监控系统具备多方面的显著技术优势。在传输性能方面，这里所指的“传统系统”主要是基于4G视频传输网络以及早期有线传输方式的监控系统。5G的高速率特性可支持4K超高清视频的实时传输，有效解决了传统系统在高清视频传输时出现的卡顿、延迟问题。目前，虽然8K视频传输在技术理论上可行，但考虑到实际应用中的网络带宽、设备成本等因素，4K视频传输已能满足大多数场景的需求，且具有更高的性价比。5G的低时延特性确保了智能分析结果能够迅速反馈，控制指令能及时下达，充分满足实时监控、应急处置等对时间要求极高的场景需求。在连接能力上，5G的广连接特性可支持海量监控终端同时接入，实现广域范围内全方位、无死角的监控覆盖，尤其适用于大型园区、城市路网等大规模监控场景。此外，5G网络支持无线专网部署，摆脱了传统系统对有线传输线路的束缚，能快速完成偏远区域、移动场景的监控终端部署，降低系统建设与维护成本，同时实现智能协同升

级,提升整体效能<sup>[1]</sup>。

## 2 基于5G的智能视频监控系统的核心架构与关键问题

### 2.1 系统核心架构解析



### 2.2 系统应用中的核心问题

(1) 5G传输稳定性与抗干扰能力不足: 尽管5G技术具备优异的传输性能,但在实际应用场景中,传输稳定性与抗干扰能力仍存在短板。一方面,5G信号的穿透能力较弱,在建筑物密集区域、地下空间等场景中易出现信号衰减,导致视频数据传输卡顿、丢包,影响监控的实时性;另一方面,复杂环境中的电磁干扰(如工业设备、无线通信设备的信号干扰)会影响5G传输链路的稳定性,导致数据传输误码率升高,进而影响智能分析结果的准确性。此外,5G网络在高速移动场景(如高铁、高速公路上的移动监控)中,终端设备与基站之间的切换频繁,易出现传输中断或时延突增的问题,难以满足连续监控的需求。

(2) 智能算法与场景适配性较差: 智能算法是基于5G的智能视频监控系统实现“主动智能”的核心,但当前算法与实际应用场景的适配性仍有待提升。一是算法的环境适应性不足,在光照变化剧烈、恶劣天气(如暴雨、大雾、沙尘)等场景中,目标检测、行为识别的精度大幅下降,易出现漏检、误检的情况;二是算法的针对性不强,不同应用场景(如工业生产、智慧交通、智能家居)的监控需求存在显著差异,通用型智能算法难以精准匹配各类场景的特殊需求,导致分析结果的实用性不足;三是算法运行效率与算力需求存在矛盾,复杂的智能算法需要强大的算力支撑,若完全依赖云端算力,会增加5G传输链路的负载,导致时延升高;若依赖终端算力,又受限于终端设备

基于5G的智能视频监控系统构建了“终端感知层-5G传输层-云端平台层-应用服务层”的四层清晰架构。架构图如下:

的硬件性能,难以保障算法运行效率。(3) 终端设备能耗过高与续航能力不足: 终端感知层的设备能耗问题是制约系统广泛应用的重要因素。摄像机、传感器等终端设备需要持续运行以完成数据采集,而5G终端的通信模块在数据传输过程中能耗较高,尤其是在无线传输模式下,设备的续航能力大幅下降。对于部署在偏远区域、无稳定供电条件的终端设备(如野外监控点),频繁的电池更换或充电会增加系统的维护成本,影响监控的连续性。此外,终端设备的硬件设计与能耗控制优化不足,部分设备在待机状态下仍存在较高的能耗,进一步加剧了续航压力。

(4) 海量数据存储与处理压力较大: 基于5G的智能视频监控系统能够采集海量的高清视频数据,这些数据的存储与处理给系统带来了较大压力。一方面,高清视频数据的容量较大,长期存储需要占用大量的存储资源,若采用云端集中存储模式,会增加存储设备的投入与运维成本;若采用本地存储模式,又难以实现数据的统一管理与共享。另一方面,海量数据的实时处理对云端平台的算力提出了极高要求,若算力资源调度不合理,会导致数据处理时延升高,难以满足实时监控与预警的需求。此外,数据的冗余处理不足,大量重复、无效的数据占用了存储与算力资源,降低了系统的运行效率<sup>[2]</sup>。

## 3 基于5G的智能视频监控系统的优化方法

### 3.1 提升5G传输稳定性与抗干扰能力

在基于5G的智能视频监控系统运行过程中,5G传输

的稳定性与抗干扰能力直接关系到监控数据的实时、准确传输,是保障系统高效运行的关键因素。为解决5G传输稳定性欠佳的问题,需从信号增强、抗干扰设计以及网络优化三个关键维度开展全面且深入的优化工作。

(1)在信号增强方面,以某大型厂房为例,该厂房面积广阔且结构复杂,存在众多信号衰减显著的区域,如金属设备密集区、楼梯间等。为改善厂房内的信号状况,在厂房内合理部署5G中继器和微基站。中继器能够对信号进行放大和转发,微基站则可提供更局部、更精准的信号覆盖。经实际测试,信号强度提升了约30%,信号覆盖范围扩大了25%,有效解决了信号盲区问题。同时,运用波束赋形技术,该技术可根据终端设备的位置和信号需求,精准调控信号传输方向,使信号能量集中在特定方向上,增强了信号对障碍物的穿透能力。经对比,采用该技术后,信号在穿越厚墙体等障碍物时,信号强度衰减减少了15%,信号覆盖精准度显著提高,确保了信号在复杂环境下的稳定可靠传输。

(2)在复杂的电磁环境中,电磁干扰会对5G传输链路产生不良影响,导致数据传输错误率上升。采用跳频技术、自适应调制编码技术等先进手段,能有效降低这种影响。跳频技术可使信号在不同的频率上快速切换,避开干扰频率;自适应调制编码技术则能根据信道质量自动调整调制方式和编码速率,提高数据传输的可靠性。经模拟实验,在强电磁干扰环境下,数据传输错误率降低了40%。此外,对终端设备通信模块进行专门屏蔽设计,采用金属外壳、电磁屏蔽材料等,减少设备受外界干扰的影响,经测试,设备受外界干扰的影响减少50%。

(3)在网络优化环节,部署边缘计算节点,将部分数据处理任务下沉至边缘节点,减少核心网的数据传输量。经实际运行,核心网传输负担减轻约35%,降低了网络拥塞的风险。同时,优化基站切换算法,在高速移动场景中,终端设备需要频繁与不同基站进行切换。通过优化算法,能够更快速、准确地完成切换过程,经测试,终端设备与基站切换时延降低45%,保证了传输的连续性,进一步提升了5G传输的稳定性<sup>[3]</sup>。

### 3.2 优化智能算法与场景适配性

在基于5G的智能视频监控系统不断发展的进程中,智能算法与实际应用场景的适配性成为决定系统性能优劣、能否精准高效发挥作用的关键因素。为切实提升算法适配性,需从算法优化、场景化定制、算力协同三个核心维度全面且深入地推进改进工作。

(1)在算法优化层面,算法优化是提升智能算法

适配性的基础与关键。在复杂多变的实际环境中,算法需具备强大的环境适应能力。借助数据增强技术,能够模拟出不同光照强度、各类天气条件下的训练数据。例如,在光照模拟方面,涵盖从清晨微弱的光线到正午强烈的光照,再到夜晚昏暗的环境;在天气模拟上,包括晴天、雨天、雾天、雪天等不同状况。通过让算法在这些丰富多样的数据样本中进行“历练”,算法能够学习到更多环境特征,从而增强对复杂实际环境的应对能力,有效减少因环境变化导致的识别误差。同时,引入多模态融合算法是提升算法性能的重要举措。将视频数据与传感器数据进行深度融合、联合分析,能够充分挖掘不同数据源的信息。视频数据可提供直观的视觉信息,而传感器数据如温度传感器、湿度传感器、距离传感器等,能补充物理环境信息。通过多模态融合,算法可以从多个角度对目标进行识别和分析,大大提升目标识别的精准度。比如在安防监控场景中,结合视频画面和红外传感器的数据,能够更准确地识别出隐藏在黑暗中的可疑目标。

(2)在场景化定制方面,不同应用场景具有独特的业务需求和监控重点,因此场景化定制是提升算法适配性的重要环节。依据不同应用场景的独特需求,开发专属的智能算法模型,能够使算法更好地服务于特定场景。在工业生产场景中,设备的稳定运行至关重要。打造设备故障识别算法,通过对设备运行过程中的振动、温度、声音等数据的实时监测和分析,能够及时发现潜在的故障隐患,为设备的维护和维修提供依据,保障生产的连续性。在智慧交通场景中,交通流量的统计和违章行为的识别是重要任务。构建交通流量统计与违章识别算法,可以准确统计不同路段、不同时间段的交通流量,为交通规划提供数据支持,同时自动识别闯红灯、超速、逆行等违章行为,提高交通执法的效率。

(3)在算力协同上,算力协同是保障智能算法高效运行的重要支撑。搭建“中心云-边缘计算节点-终端设备”的分布式算力架构,能够依据算法复杂程度和实时性要求,科学分配算力资源。对于复杂度高但实时性要求相对较低的算法,可部署在中心云进行集中处理,充分利用中心云的强大计算能力;对于实时性要求高、需要在本地快速响应的算法,则部署在边缘计算节点或终端设备上,减少数据传输延迟,实现快速处理。这种合理的算力分配方式能够实现算力资源的高效利用,降低传输负载与处理时延,确保智能算法能够实时、准确地响应各种场景需求。

### 3.3 降低终端设备能耗与提升续航能力

为有效控制终端设备能耗、提升其续航能力,可从硬件优化、能耗管理、供电模式三个维度开展工作。

(1)在硬件优化方面,硬件是终端设备运行的物质基础,选用低功耗的硬件组件是从根源上降低设备基础能耗的有效途径。低功耗芯片具有更先进的制程工艺和优化的电路设计,能够在保证性能的前提下,显著降低功耗。以某智能视频监控终端为例,采用新型低功耗芯片后,其基础功耗较之前降低了30%,大大减少了设备在待机和运行过程中的能量消耗。通信模块是终端设备能耗的重要组成部分,对其进行专项优化至关重要。当设备无数据传输时,自动切换至低功耗待机模式,能够有效减少不必要的能耗损耗。经实际测试,在该模式下,通信模块的能耗仅为正常工作状态的15%。这种智能的待机模式切换,就像给设备安装了一个“节能开关”,在不影响设备正常功能的前提下,最大程度地降低了能耗。

(2)能耗管理上,建立智能能耗管理机制是降低终端设备能耗的关键环节。借助高精度的传感器,能够实时、精准地监测设备的运行状态和能耗数据,如设备的温度、电流、电压等信息。基于这些实时数据,系统可以动态调整设备的工作模式和传输参数。例如,在设备负载较低时,自动降低处理器的工作频率,减少不必要的计算资源消耗;在数据传输量较小时,调整通信模块的发射功率,降低通信能耗。在某监控场景中,运用智能能耗管理机制后,设备能耗降低了25%,且监控效果未受影响。此外,数据压缩技术也是降低能耗的重要手段。通过对视频数据进行压缩处理,可以减少数据传输量,从而降低通信模块的能耗。经测试,采用先进的数据压缩技术后,视频数据传输量减少了40%,通信模块的能耗也随之显著降低。

(3)供电模式的多元化是提升终端设备续航能力的重要保障。在偏远区域,由于市电供应不便,部署太阳能、风能供电系统并搭配储能设备是一种可行的解决方案。某偏远山区监控点采用这种供电模式后,实现了24小时持续稳定供电。太阳能板在白天吸收太阳能并转化为电能,风力发电机在有风时发电,多余的电能存储在储能设备中,以备夜间或无风无光时使用。推广低功耗物联网技术也是提升续航能力的有效措施。部分非核心监控终端采用低功耗通信协议后,续航时间从原来的3天延长至7天。低功耗通信协议通过优化数据传输方式和频率,减少了设备的能量消耗,从而延长了设备的续航时间<sup>[4]</sup>。

### 3.4 优化海量数据存储与处理机制

面对数据存储与处理面临的巨大压力,需从存储架

构优化、数据预处理、算力调度三个关键方面推进改进工作。

(1)在存储架构优化上,构建“云端+边缘+本地”三级存储架构。依据数据的重要程度和访问频率进行分层存储,高频访问、核心数据存于边缘节点,能实现快速调取,满足实时性需求;海量历史数据采用云端分布式存储,凭借其强大的扩展性保障存储容量;特殊场景的关键数据在本地存储作为备份,增强数据安全防护能力。

(2)数据预处理环节需强化,在终端或边缘节点对采集的视频数据开展预处理工作,如剔除冗余数据、进行数据压缩、转换数据格式等,减少无效数据的传输与存储,有效降低系统负载。

(3)在算力调度方面,优化云端算力调度机制。运用虚拟化技术、容器化技术实现算力资源的弹性调度,依据数据处理需求动态分配算力;引入人工智能调度算法,精准匹配算力资源,提升算力利用效率,进而降低数据处理时延<sup>[5]</sup>。

### 结束语

基于5G的智能视频监控系统在监控领域意义重大,具备诸多技术优势,但实际应用中面临传输、算法、终端能耗、数据存储处理等核心问题。通过从提升5G传输稳定性与抗干扰能力、优化智能算法与场景适配性、降低终端设备能耗与提升续航能力、优化海量数据存储与处理机制等多维度开展优化工作,能有效解决现存问题。未来,随着技术的持续创新与优化方法的不断完善,该系统将进一步拓展应用场景,提升监控效能,为各行业的安全保障、高效管理提供更坚实有力的支撑,推动智能监控领域迈向新的发展阶段。

### 参考文献

- [1]师延飞,侯驰骋.基于5G无线通信技术的10kV环网柜运行智能监控方法[J].长江信息通信,2024,37(11):167-168+198.
- [2]汤乐平.基于5G通信技术的电力智能监控与管理平台构建[J].江苏通信,2024,40(04):8-12.
- [3]杨家林.智能5G通信系统的软件优化与性能监控[J].软件,2024,45(01):143-145.
- [4]彭裕华.5G通信技术与人工智能的融合发展研究[J].通信电源技术,2022,39(15):134-136.
- [5]梁春晖.5G通信与人工智能的技术融合分析[J].电子技术(上海),2022,51(03):250-251.