

建筑智能化工程中视频安防监控系统的应用与施工办法

文 / 史祥祥 安徽新华教育图书发行有限公司

摘要：建筑行业数字化转型背景下，视频安防监控系统通过实时感知与智能分析能力，成为施工现场风险防控与效率提升的核心工具。本文聚焦系统全生命周期管理，结合技术规范与怀宁县智慧教育建设项目实践，剖析设计、实施与运维逻辑。通过分层级管理体系、BIM技术优化、标准化工艺规范及智能运维机制，项目实现教育城域网覆盖率100%、施工返工率降低68%、年均运维成本缩减60%，为行业提供了一套可复制的智能建造解决方案，推动智慧工地从概念探索迈向规模化应用。

关键词：建筑智能化；视频安防；监控系统

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.005

引言

随着智慧工地理念的普及，建筑行业正经历从粗放式管理向精细化、数字化管控的转型。在这进程中，视频安防监控系统凭借其实时感知、数据留痕与智能分析能力，逐渐成为施工现场风险防控与效率提升的关键工具。但是，由于现有工程实践中仍存在设备选型随意、施工标准模糊、运维脱节等问题，会使得系统效能未能充分释放。针对这个矛盾，本文将聚焦视频监控系统的生命周期管理，结合技术规范与真实项目数据，剖析其设计、实施与运维的核心逻辑；然后，再通过理论与实践的双重验证，希望可以为行业提供一套兼具创新性与落地性的解决方案，从而推动智能建造从概念探索走向规模化应用。

一、视频安防监控系统在建筑智能化工程中的应用场景

（一）安全管理与风险防控

视频安防监控系统在建筑智能化工程中首要应用场景是安全管理与风险防控。体现如下几点：

1. 实时监控 AI 预警，降低工地事故：通过实时监控施工现场的关键区域（如高空作业区、危险设备操作区、材料堆放区等），系统能够捕捉动态画面并利用 AI 算法自动识别安全隐患。例如，未佩戴安全帽、未穿反光衣、违规进入危险区域等行为，会即时触发声光报警或推送消息至管理人员终端，这样便能够大幅度降低事故发生概率^[1]。

2. 环境监测联动，保障绿色施工：系统与扬尘监测、温湿度传感器等环境感知设备联动，也可实时监测施工现场的PM2.5、噪音、风速等环境参数。当数据超标时自动启动喷淋降尘或调整施工计划，确保作业环境符合绿色施工标。

3. BIM 联动监控，提升工地防御：将视频监控系统与 BIM 技术结合，那么便可以构建三维可视化平台，集成人员定位、设备运行状态等多维度数据，让管理人员通过全景视角远程掌握工地全局动态，快速定位风险点并制定应急响应策略。例如，重庆巴南航发项目便是通过智能建造平台整合视频监控与扬尘监测系统，成功实现了施工环境与安全状态的实时数字化管控，从而有效地提升施工现场的主动防御能力。

（二）施工过程优化与质量控制

视频安防监控系统在施工过程优化与质量控制中发挥关键作用。体现如下几点：

1. AI 监控施工，优化工序质量：系统能够通过高清摄像头全程记录施工工序，并结合 AI 智能分析技术对施工流程进行回溯与评估。例如，通过识别钢筋绑扎、混凝土浇筑等关键工序的规范性，辅助管理人员发现操作偏差并及时纠正，减少返工成本。

2. 远程监控进度，优化资源配置：远程监控功能允许项目管理者通过移动端或 PC 端实时查看施工进度，对比 BIM 模型中的计划节点，动态调整资源配置，避免因信息滞后导致的工期延误。

3. 影像存档，追溯隐蔽工程：系统存储的施工影像资料为隐蔽工程验收提供可视化依据。例如，管道预埋、防水层施工等环节的视频记录，可精确追溯施工责任，降低质量纠纷风险^[2]。

（三）智慧工地系统的集成应用

视频安防监控系统作为智慧工地系统的重要组成部分，其通过物联网、云计算等技术实现多系统数据融合与协同管理。

1. 设备联动监控，预警施工风险：系统与塔吊监测传感器、深基坑位移传感器等设备联动，可实时采集设备运行数据并叠加至监控画面，形成综合风险预警机制，从而避免机械碰撞或结构失稳事故。

2. 智能监控，强化人员管理：在人员管理方面，视频监控与人脸识别技术结合，能够支持实名制考勤与到岗履职验证，杜绝“一人多岗”或“人证不符”等违规行为；同时，通过智能手环或安全帽定位功能，实时追踪人员活动轨迹，优化劳动力调配。

3. 对接监管平台，确保合规施工：该系统还会支持与政府监管平台对接，自动上传施工影像、环境数据及人员考勤信息，从而满足政策合规性要求。

二、视频安防监控系统的施工技术要点

（一）系统设计与设备选型

视频安防监控系统的设计与设备选型作为施工前的核心环节，需综合考虑功能需求、环境适配性及技术兼容性。

1. 系统设计阶段：在系统设计阶段，首先需明确监控覆盖范围，通过前期实地勘查确定关键点位（如，出入口、作业面、材料堆放区等），并利用 CAD 等工具绘制三维布局图，确保无监控盲区。

2. 设备选型原则：设备选型需结合场景特点。例如，在低光或夜间施工区域应选用支持红外夜视功能的摄像头，分辨率至少为 1080P 以满足清晰度要求；户外环境需采用防水防尘等级达 IP66 以上的设备，避免因雨水、扬尘导致设备故障。

3. 网络规划要点：在网络规划方面，需设计独立专网以保障数据传输稳定性，优先采用光纤传输以降低信号衰减；同时配置大容量存储设备（如支持 1TB 以上硬盘的 NVR），满足视频数据存储周期要求（一般项目不低于 30 天）。

4. 系统兼容设计：最后，系统设计需兼容智慧工地平台，支持与 BIM 模型、环境传感器、塔吊监测等设备联动，实现多维度数据融合与远程管理功能。如，设备兼容性测试不可忽视，需确保摄像头、录像机、解码器等设备协议一致（如 ONVIF 标准），从而避免因兼容性问题导致系统运行异常^[3]。

（二）施工流程与安装规范

施工流程的规范性与安装细节的精准度会直接影响到系统效能。

1. 前期布线：前期需严格按照设计图纸进行布线，优先采用暗配管方式以保护线缆并保持美观，明配管则需横平竖直固定，线管弯曲半径需大于线缆直径的 6 倍以防止信号损失。

2. 线缆敷设：等到线缆敷设时，电源线与信号线需分槽或间隔 50cm 以上平行走线，避免电磁干扰，视频线接头需使用压接或焊接工艺，并做好防水密封处理。

3. 摄像头安装：接着摄像头安装需根据场景调整角度与焦距，例如，塔吊制高点安装需选用广角镜头以覆盖施工全景，基坑区域则需采用可调俯仰角支架以监控危大工程细节。

4. 设备固定：设备固定则需牢固可靠，支架膨胀螺栓应深入墙体 5cm 以上，室外杆件基础需浇筑混凝土并预埋地脚螺栓以抵御强风荷载。

5. 系统调试：系统调试阶段需逐项测试视频清晰度、存储功能、报警联动及远程访问能力，例如通过 Ping 命令检测网络延迟，利用视频管理软件验证多画面切换与回放流畅性。

6. 最后验收阶段时，必须依据《建筑工程施工现场视频监控管理办法》进行分阶段测试，包括隐蔽工程验收（如线缆绝缘电阻测试）、单设备功能验证及系统联调验收。

（三）特殊场景施工技术

特殊场景的施工需针对环境复杂性采取差异化技术方案。

1. 在高温、高湿或腐蚀性环境：高温、高湿或腐蚀性环境中（如地下室、化工厂房），设备选型需强化防

护等级，线缆需采用双层屏蔽铠装电缆，接头处使用防水接线盒并填充环氧树脂密封胶；同时，增设防潮散热装置，以延长设备寿命。

2. 高空作业区域：高空作业区域（如塔吊、屋面）的监控设备安装，需采用无线网桥传输技术以减少布线难度，并配置防震支架以抵消机械振动影响，电源线需穿镀锌钢管固定并加装避雷器，接地电阻需小于 4Ω 以防范雷击风险。

3. 密闭空间：对于电梯井道等密闭空间，摄像机应安装在轿厢顶部对角处，采用超薄半球型设备以节省空间，随行电缆需预留 1.5 倍井道高度的余量并采用抗拉柔性护套线，每隔 1 米使用尼龙扎带固定，避免因电梯运行导致线缆磨损。

4. 电磁干扰严重区域：在电磁干扰严重的区域（如变电站附近），需采用光纤传输替代传统铜缆，光端机需安装于屏蔽箱内，并配置冗余电源以确保不间断运行。

5. 临时性工地：针对临时性工地（如市政道路施工），可采用太阳能供电与 4G 无线传输方案，减少布线成本；同时，设备需具备快速拆装设计，以适配工期变化^[4]。

三、施工管理与质量保障措施——以怀宁县智慧教育建设项目为例

（一）智能化施工管理体系的构建与实施

怀宁县智慧教育建设项目以“三全两高一”为目标，围绕智慧教学、管理、生活等场景，构建了覆盖全县教育城域网的基础设施网络。针对当前校园监控覆盖率不足（数字高清仅占 75%）、网络质量差等问题，项目采用智能化施工管理体系，结合物联网、BIM（建筑信息模型）等技术，确保施工过程的高效性与质量可控性^[5]，其中智能化施工管理体系的核心要素如下

1. 分层级组织架构：项目采用“教育局—学校—施工方”三级管理模式，成立以项目经理为核心的质量管理小组，下设技术、材料、安全等专项负责人，明确职责分工。例如，教育局负责统筹全县教育城域网的核心设备部署，学校层面由信息化主任对接具体施工需求，施工方则按照统一标准进行设备安装与调试。

2. BIM 技术驱动的施工模拟与优化：通过三维建模技术，对全县 158 所学校（含普高、初中、完小等）的网络设备布局、线缆敷设路径进行模拟。例如，针对教学楼内的弱电井设计，BIM 模型提前预测了线缆容量与散热问题，优化了布线方案，减少施工返工率 30% 以上。

3. 物联网实时监控系統：部署传感器与智能巡检设备，对施工关键节点（如机房温湿度、供电稳定性）进行实时监测。例如，核心机房的配电系统通过智能电量仪实时采集电压、电流等参数，异常数据触发自动报警，确保设备运行环境稳定。

表1 数据支撑与实施效果

指标	实施前	实施后	提升幅度
网络设备安装效率	60%	95%	+58%
施工返工率	25%	8%	-68%
机房故障响应时间	4 小时	0.5 小时	-87.5%

通过智能化管理体系的落地，项目成功实现全县学校网络设备的标准化部署，教育城域网覆盖率达 100%，核心区域千兆光纤接入率提升至 98%，为后续智慧教育应用奠定基础。

(二) 全流程质量监控与标准化工艺规范

怀宁县智慧教育建设项目以《教育信息化 2.0 行动计划》为指导，重点解决校园监控设备老旧、网络带宽不足等痛点，通过全流程质量监控与标准化工艺规范，确保施工质量符合国家标准与行业要求，其中，其质量监控的关键环节如下^[6]：

1. 材料与设备的质量把控：建立合格供应商名录，对网络交换机、摄像头、存储硬盘等关键设备进行严格抽检。例如，硬盘录像机采用 8T 监控级硬盘，抽检合格率需达 100%；人脸识别摄像机需通过公安部 GA/T 1127-2013 标准认证，确保抓拍准确率 $\geq 99\%$ 。

2. 施工工艺的标准化操作：制定《智慧校园施工技术规范》，明确设备安装、线缆敷设、系统调试等环节的操作标准。例如，POE 交换机部署需满足“一机一柜”要求，线缆标签标注清晰率需达 100%；视频监控存储时间按场景分级（出入口 3 个月、普通区域 1 个月）。

3. 人员培训与技能认证：施工人员需通过“智能建筑工程师”认证，并定期参与技术培训。项目累计开展培训 12 场，覆盖 500 人次，重点培训 BIM 建模、网络协议配置、安防设备调试等内容，确保施工团队技术水平达标。

表2 质量检测与验收数据

检测项目	标准要求	实测结果	达标率
摄像头图像清晰度	$\geq 1080P$	1080P/4K 可选	100%
网络延迟	$\leq 50ms$ (核心区域)	平均 35ms	100%
存储系统稳定性	7×24 小时连续运行无故障	99.9%	99.9%
人脸识别准确率	$\geq 98\%$	99.2%	100%

通过全流程质量管控，项目成功实现校园监控高清覆盖率从 75% 提升至 100%，网络带宽从平均 100Mbps 升级至 1Gbps，满足全县 10 万师生并发访问需求。

(三) 安全防护与可持续运维机制

怀宁县智慧教育建设项目以“主动防御、智能运维”为核心，构建多层次安全防护体系，并建立可持续的运维机制，确保系统长期稳定运行，其安全防护的核心措施如下：

1. 视频监控网络的安全加固：部署视频接入安全网关，实现摄像头准入控制与流量智能分析。例如，对海康、大华等品牌摄像头进行主动识别与绑定，阻断非视频流量入侵，解决摄像头弱口令与系统漏洞风险，安全事件发生率降低 90%。

2. 数据安全与隐私保护：采用国密算法对教育城域网数据进行加密传输，并通过数据库安全审计设备实时监控操作日志。例如，学生考勤数据、人脸识别记录存储于独立加密分区，访问权限分级管理，确保符合《个人信息保护法》要求。

3. 应急响应与灾备机制：建立“教育局—学校”两级应急指挥中心，配备 55 寸液晶拼接屏与智能管理平台，支持实时视频调阅与报警联动。项目部署 10000 路容量的视频运维管理系统，实现设备故障自动告警与工单派发，平均故障修复时间缩短至 2 小时。

表3 运维保障与成本效益分析

运维指标	传统模式	智能运维模式	优化效果
人工巡检频次	每日 2 次	每周 1 次	-70%
设备故障发现率	60%	95%	+58%
年均运维成本	200 万元	80 万元	-60%
系统可用性	95%	99.9%	+4.9%

通过智能化运维，项目预计在未来 5 年内降低总运维成本 40%，同时保障教育城域网年均故障率低于 0.1%，为怀宁县教育信息化从 1.0 向 2.0 进化提供长效支撑。

以上措施通过技术与管理双重创新，全面提升了怀宁县智慧教育建设项目的施工质量与运维水平，为全国县域教育信息化提供了可复制的标杆案例。

结语

综上所述，视频安防监控系统的全生命周期管理是建筑智能化转型的重要抓手。怀宁县智慧教育建设项目通过智能化施工管理、全流程质量监控及主动防御体系，显著提升施工效率与系统稳定性，为县域教育信息化树立标杆。实践证明，标准化技术规范、数据驱动的运维机制及跨系统协同是释放系统效能的关键。未来，需进一步深化 AI 与物联网融合，推动智能建造在更多场景中落地，助力建筑业向精细化、可持续化方向迭代升级。

参考文献

- [1] 吴大霞. 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用研究[J]. 建筑与预算, 2024, (07): 61-63.
 - [2] 胡昊志. 弱电智能化工程监控平台 V1.0. 湖南省, 湖南琪山建业工程有限公司, 2019-11-18.
 - [3] 马誌溪. 建筑电气及智能化工程设计[M]. 化学工业出版社: 201810. 496.
 - [4] 王素芹. 衡水凯悦大酒店弱电智能工程设计[D]. 华北电力大学, 2011.
 - [5] 王小明. 嵌入式智能工程机械监控器的研究[D]. 大连海事大学, 2007.
 - [6] 姚琰, 段彦武. 现场总线与智能工程——控制仪表的发展趋势[J]. 安阳大学学报, 2002, (04): 31-34.
- 作者简介: 史祥祥(1987.01-), 男, 汉, 安徽合肥人, 本科, 工程师职称, 安徽新华教育图书发行有限公司, 研究方向建筑电气与智能化、弱电工程。