

5G 赋能下高校智慧校园运维体系构建与优化

牛金娟

陕西工商职业学院 陕西 西安 710119

【摘要】：5G 技术的高带宽、低时延、广连接核心特性，为高校智慧校园运维体系升级提供关键支撑，可破解传统监控与多媒体设备维护“各自为政”的碎片化难题。当前高校 5G 智慧校园建设普遍存在网络架构适配不足、边端协同缺失、安全防护薄弱、数据融通低效及运维协同不完善等问题。本文基于 5G 独立组网（SA）架构与边缘计算技术，整合双核心运维需求，提出“5G 专网筑基、智能协同赋能、合规安全保障、数据驱动增效”四位一体优化方案，构建“监控-巡查-维护”全链路协同体系。结合实际案例验证方案可行性，为高校 5G 智慧运维生态建设提供实践参考。

【关键词】：5G 智慧校园；运维管理体系；多媒体设备维护；边缘计算；数据协同

DOI:10.12417/2705-1358.26.05.054

引言

智慧校园是提升高校治理与教学现代化的核心，其中监控系统（保障安全）和多媒体设备（保障教学）的运维质量是数字化转型的关键瓶颈。《5G 应用“扬帆”行动计划》明确推动 5G 深度赋能智慧校园。5G 技术凭借超高带宽（10Gbps）、超低时延（1ms）、海量连接能力，可支撑高清视频回传、AI 行为分析、设备远程调控等应用，为打破“监控-维护”信息壁垒、实现全链路协同运维奠定技术基础。当前高校 5G 智慧运维处于起步阶段，面临瓶颈：NSA 组网限制低时延优势，导致视频卡顿、响应滞后；边缘计算缺失加剧云端依赖问题；跨部门协同不足降低处置效率。本文立足 5G、SA 独立组网与边缘计算技术，整合监控与多媒体设备双核心需求，构建全链路协同运维体系，并通过案例验证其可行性与有效性，旨在为高校提供理论支撑与实践范式^[1]。

1 5G 赋能校园运维的核心维度解析

5G 赋能下的高校智慧校园运维体系是一个“云-边-端”协同的复杂系统，涵盖 5G 网络架构、智能感知终端、边缘计算协同、安全防护体系、数据融合应用五大核心维度，各维度相互关联、层层递进，共同支撑“监控-巡查-维护”全链路协同运维目标的实现。

（1）5G 网络架构为基础支撑层。采用 SA 独立组网与宏微基站协同部署，宏基站覆盖开阔区域，微基站补强教学楼、地下车库等封闭区域信号，借助网络切片划分专属“运维通道”，实现运维与教学科研数据物理隔离。据工信部通信研究院《5G 智慧校园应用发展白皮书（2023）》数据，SA 架构下

5G 端到端时延可稳定在 20ms 内，较 NSA 架构传输效率提升 40%以上，可满足高清视频回传与设备实时控制需求。

（2）智能感知终端是数据采集层。核心含两类终端：5G 高清监控终端（搭载 AI 视觉算法，实现异常行为识别、区域入侵预警，支持 8K 超高清视频回传）；多媒体设备检测终端（内置 5G 模块与多传感器，实时采集投影仪等设备运行参数，精准捕捉故障前兆）。两类终端通过 5G 网络与边缘节点互联，形成全域感知采集网络。

（3）边缘计算协同为效率提升层。在校园核心区域部署边缘计算节点（MEC），将 AI 行为分析、设备故障诊断等核心业务下沉至边缘端，实现数据本地预处理与实时反馈。相较于云端集中处理，边缘计算可将数据处理时延压缩至秒级，本地业务效率提升 60%以上，同时减少 70%云端数据传输量，降低带宽成本。

（4）认证与数据加密，边缘节点部署防火墙与入侵检测系统，云端建立权限管理与安全审计平台，通过 AES-256 加密、多因素认证等技术，保障数据全流程安全，符合相关法规要求。

（5）数据融合应用是价值挖掘层。构建校园运维数据中台，整合多系统数据并制定统一标准，实现互联互通；借助大数据分析挖掘故障规律、优化巡查策略，推动运维从“被动修复”向“主动预防”转型，释放 5G 赋能价值。

2 当前 5G 校园运维建设的现存问题

结合陕西工商职业学院 5G 智慧校园建设调研，5G 智慧运维体系建设与运维普遍存在以下问题：

传统运维模式存在诸多问题：宽带传输导致高清视频卡顿率超30%；异常事件响应时间超2小时；多媒体教室月均故障率18%，核心设备故障占比超60%；巡查与维护分属教务、后勤，同类故障重复发生率25%。制约了5G技术价值的充分发挥。例如：

(1) 郭杜校区小黄楼南路东段：中-东，中-西；北供热站南入口；供热站-竹林路（热成像）；供热站-竹林路小路东-西；教学楼四层东通道南楼梯口；1号公寓天台出口；水源地-2；东后厨、东后厨监控系统图像问题

(2) 操场报警立柱，语音弹窗和竹林路小路外围语言提示问题

(3) 高新、明德、太白、含光校区部分运维模式问题

为破解困境，联合企业实施5G智慧运维升级，部署5G SA核心网、宏基站+微基站，划分专属切片，部署边缘计算节点，升级了智能监控终端与设备检测终端，搭建统一运维平台并打通多系统接口。

3 运维建设实践痛点

3.1 网络架构适配不足，传输效能受限

调研显示，35%试点高校初期采用NSA非独立组网，依赖4G核心网传输，5G低时延优势无法发挥，运维数据时延超30ms，部分场景达50ms以上，难以满足高清视频回传与设备精准控制需求；28%高校未科学规划网络切片，运维与教学科研数据共用通道，高峰时段带宽挤占导致监控卡顿率超30%；19%高校存在5G信号盲区，地下车库、电梯间等区域覆盖率不足60%，某高职院校因信号盲区导致设备故障漏报率达22%。

3.2 边缘协同机制缺失，智能运维效率低下

62%高校未部署边缘计算节点（MEC），高清视频与设备数据直传云端，既占用大量带宽（单路8K高清视频每小时传输量超100GB），又导致故障响应延迟超1.5小时；45%高校前端设备智能化不足，部分老旧多媒体设备缺乏5G适配能力，仍依赖人工排查故障，人工运维故障修复平均时长2.3小时，远超智能运维的30分钟以内。

3.3 安全防护体系薄弱，隐私与数据风险突出

安全防护不完善是共性问题：一是48%高校未采用加密技术，运维数据传输易被截取篡改，存在监控泄露、参数篡改风险；二是37%高校权限管理混乱，远程访问仅单一密码验证，存在越权调取风险；三是29%高校未明确数据保存与脱敏标准，监控数据留存超6个月，违反《个人信息保护法》要求。

3.4 数据融合程度不足，价值转化效率低

调研发现，71%高校存在运维数据“信息孤岛”，监控与设备管理系统数据格式不统一，且与教务、后勤系统数据割裂，无法联动分析；58%高校未构建运维数据中台，数据应用局限于事后追溯，未形成“预警-处置-改进”闭环，运维数据价值转化率不足15%。此外，数据标准不统一导致跨校经验无法共享，制约方案规模化推广。

3.5 运维协同机制不完善，响应处置滞后

80%高校存在运维协同壁垒，教务负责教学巡查、后勤负责设备维护，缺乏常态化沟通。具体表现为巡查标准不统一、故障分级处置缺失、绩效考核缺位，导致同类故障重复发生率达25%，严重影响教学秩序。

4 5G赋能高校智慧校园运维体系优化策略与实施内容及成效

针对上述问题，结合5G技术特性与高校运维实际需求，提出“5G专网筑基、智能协同赋能、合规安全保障、数据驱动增效”四位一体的

4.1 优化策略

(1) 搭建数据联动平台，构建协同运维体系

以数据中台为核心，构建“数据融通、流程协同”的运维体系，推动运维模式转型。具体措施包括：

一是构建运维数据中台。搭建校级运维管理平台，整合多系统数据并制定统一标准，配置4核8GB服务器与Hadoop分布式存储架构，保障数据互联互通与存储可靠。

二是优化巡查与处置流程。制定分级分类巡查标准：按设备类型分硬件、软件、环境三类巡查内容，按老化程度规划巡查频率；规范课前预检、课后复检流程，数据实时归档。搭建多渠道故障上报体系，按影响范围分三级差异化处置，每月通过帕累托图分析高频故障，形成“巡查-上报-处置-复盘”闭环。

(2) 构建5G+边缘计算协同架构，提升智能运维效能

以边缘计算节点（MEC）为核心，构建“边-端协同、智能赋能”的运维架构，提升运维效率。

一是科学部署边缘节点。在行政楼、教学楼群中心部署3-5个边缘计算节点，每个节点配置8核16GB服务器，支持AI算法本地运行与数据存储，通过光纤与5G基站直连，传输时延控制在5ms内。

二是升级智能感知终端。分批次部署搭载5G模块的8K高清监控终端（集成YOLOv8算法，异常识别准确率超95%）与多媒体检测终端（内置多传感器，采样频率10次/秒，故障

前兆识别准确率超90%)，并配置设备身份认证模块保障接入安全。

三是构建边端协同机制。建立边缘节点与前端终端实时通信链路，形成“终端采集-边缘分析-终端响应”闭环：边缘节点实时分析终端数据，发现异常立即发送预警指令，终端通过声光报警或远程控制处置。

(3) 构建全流程安全防护体系，筑牢运维安全防线

遵循“合规优先、全链路防护”的原则，构建“端-边-云”三级安全防护体系：

一是终端安全防护。对前端终端安全加固，安装管理软件并定期更新；采用AES-256加密本地数据，实施设备身份认证，仅密钥认证终端可接入网络与边缘节点。

二是传输与边缘安全防护。5G传输链路采用IPSec VPN加密，边缘节点部署下一代防火墙与入侵检测系统，数据存储采用磁盘阵列冗余备份，保障传输与存储安全。

三是云端安全与合规管理。构建精细化权限管理体系，远程访问需“密码+人脸+设备绑定”三重验证；制定数据合规规范，常规数据留存不超3个月，含个人信息数据留存不超1个月，到期自动脱敏删除；每年至少2次安全审计，及时整改隐患。

三是完善协同与考核机制。明确教务、后勤、网络中心职责，建立周协同会议与月联合巡检制度；将巡查质量、响应时效、故障修复率等纳入绩效考核，与绩效工资挂钩提升积极性^[2]。

4.2 实施内容

学校对太白校区功能提升改造项目，具体方案如下：

(1) 保卫处组织工程设计公司对太白校区整体消防工程的设计进行了考察、调研、报价、测量及查询各类资料，本项目总建筑面积二万六千余平方米，校区总占地面积为二万四千余平方米。通过对三家公司的调研设计费报价清单对改造设计经费情况如下：(2) 陕西省土木建筑设计研究院有限公司费用44.48万；(3) 中智投工程管理有限公司设计费43万；(4) 冠程设计咨询有限公司设计费46.2万。整体设计费用根据改造项目建筑面积概算，核算设计招标费用为43万至46万之间。

参考文献：

- [1] 赵磊磊,代蕊华,赵可云.人工智能场域下智慧校园建设框架及路径[J].中国电化教育,2020(8):8.
- [2] 晏洪利.大数据技术背景下智慧校园的信息化建设路径研究[J].计算机科学,2025,52(8):421-425.
- [3] 张慧.数据赋能高职院校学生管理信息化建设研究[J].2025.
- [4] 邱勤,路晓明,童莉莉,等.5G智慧校园的网络安全需求与智能解决方案研究[J].电子科学技术,2022(002):000.

(5) 保卫处已汇总三家对太白校区消防改造的调研报告，申请改造设计方案立项，并提交议题上报校领办公会审议。(进度时间正在落实当中)(6) 审议通过后由国有资产管理处负责进行改造设计方案的招标。(进度时间23年上半年落实)(7) 太白校区消防改造设计方案确定后交基建处招标施工。(进度时间23年暑假落实)4.3 实施成效项目实施1年后，经第三方检测机构(某通信技术研究院)检测，各项指标均达到预期目标，运维质量显著提升：

其一，网络效能提升。校园5G覆盖率达99.2%，薄弱区域信号强度-73dBm，运维数据时延稳定在15ms内，高清视频卡顿率归零，故障上报时延15ms内。

其二，运维效率提升。异常事件10秒内预警，处置及时率100%；2024-2025学年安全隐患发生率同比降68%；多媒体教室月故障率从18%降至5%，简易故障10分钟修复率95%，常规故障30分钟内解决，严重故障48小时修复率100%，同类故障重复率低于3%。

其三，运维成本降低。智能运维模式下，人工工作量减40%；预防性维护使年度设备更换成本降35%^[3]。

5 结论

5G的高带宽、低时延、广连接特性为高校智慧校园运维升级提供核心支撑。提出的优化策略通过构建5G专网、边缘计算架构、安全防护与数据平台，有效破解传统运维问题。陕西工商职业学院案例验证表明，方案显著提升运维效率(故障响应时延缩99%)、降低故障率(18%降至3.2%)、挖掘数据价值(学生满意度升17%)并降低成本(设备更换成本降35%)，实现全链路协同运维，提供可复制范式。研究表明，5G智慧运维需技术与管理的协同：技术需融合5G、边缘计算、AI与大数据；管理需建立跨部门协同与考核机制^[4]。未来深化方向：优化平台，引入实时监测与AI故障预判；探索“5G+无人机+智能终端”巡查；从监控设备扩展至水电网、路灯、实验室等全域设施；探索跨校数据共享建立区域联盟；利用5G和大数据优化设备节能；建设备全生命周期管理，减少浪费。5G智慧运维是教育数字化转型的重要支撑，提升运维质量效率，为教学改革与校园治理提供精准支撑。随着与AI、大数据的深度融合，体系将向更智能、高效、安全、绿色方向发展，赋能高校高质量发展。