 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i3.9473

Full-Scenario Coverage and High-Performance Support: Practical Solutions for Smart Campus Challenges through All-Optical Wireless Networks

Fei Xue

Dalian Maple Leaf Vocational and Technical College, Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract

The deepening digital transformation of education has posed new challenges to campus network capacity and service quality. Traditional campus networks often struggle with dual demands for comprehensive coverage and high-performance support, revealing issues like weak coverage, insufficient bandwidth, complex management, and security vulnerabilities—critical bottlenecks hindering smart campus development. This study examines the network upgrade practices at Dalian Maple Leaf Vocational and Technical College, analyzing how all-optical wireless network technology innovatively addresses these challenges. Research demonstrates that adopting technical solutions such as all-optical indoor architecture, hybrid optical-electrical cable power supply, and centralized intelligent management enables seamless coverage across teaching, office, and dormitory scenarios while ensuring stable network performance under high-concurrency conditions. This practice provides replicable technical paradigms for similar institutions and offers theoretical references and practical insights for smart campus infrastructure development.

Keywords

All-optical wireless network; Smart campus; Network experience; Full-scenario coverage; Digital transformation of education

全场景覆盖与高体验承载：全光无线网破解智慧校园困局的实践路径

薛飞

大连枫叶职业技术学院，中国 · 辽宁 大连 116000

摘　要

教育数字化转型的深入推进，对校园网的承载能力与服务质量提出了全新挑战。传统校园网络在应对全场景覆盖与高体验承载的双重需求时，普遍暴露出覆盖薄弱、带宽不足、管理复杂、安全存患等问题，成为制约智慧校园建设的瓶颈。本文以大连枫叶职业技术学院的网络升级实践为研究对象，分析全光无线网技术在破解上述困局中的创新应用。研究表明，通过采用全光入室架构、光电混合缆供电、集中式智能管控等技术路径，可实现教学、办公、宿舍等全场景的无缝覆盖，并在高并发条件下保障网络体验的稳定流畅。该实践为同类院校的网络升级提供了可复制的技术范式，也为智慧校园的基础设施建设提供了理论参考与实践启示。

关键词

全光无线网；智慧校园；网络体验；全场景覆盖；教育数字化转型

1 引言

当前，教育数字化正从“工具赋能”迈向“生态重构”的新阶段。《中国教育现代化 2035》明确提出，要加快信息化时代教育变革，建设智能化、泛在化、个性化的智慧学习环境[1]。在这一进程中，校园网络作为数字校园的“神经网络”，其性能与质量直接决定着智慧应用的落地效果与用户体验。

然而，随着在线教学、高清视频会议、VR/AR 实训、物联网感知等新应用的普及，传统校园网络的局限性日益凸显。一方面，无线信号覆盖存在盲区，教室、宿舍、图书馆等关键区域时常出现“信号满格却无法上网”的尴尬；另一方面，老旧设备难以支撑高并发场景下的带宽需求，视频卡顿、登录缓慢、掉线频繁等问题严重影响了教学秩序与师生体验。更棘手的是，网络架构的僵化导致扩容困难、运维复杂，私接路由、安全漏洞等管理难题长期难以根治。

面对上述困境，如何构建一张既能覆盖全场景、又能保障高体验的新型校园网，成为众多院校亟需破解的课题[2]。大连枫叶职业技术学院的网络升级实践，为这一问题的解决

【作者简介】薛飞（1987–），男，中国辽宁大连人，本科，讲师，从事网络安全、信息化应用，AI赋能改革研究。

提供了有益探索。该校以大黑石校区为试点，引入全光无线网络架构，成功实现了网络性能的跨越式提升与运维管理的智能化转型。本文通过剖析其技术路径与实践成效，试图揭示全光无线网在破解智慧校园网络困局中的内在逻辑与普适价值。

2 传统校园网络的困局：全场景与高体验的失衡

智慧校园对网络的需求呈现出鲜明的二元特征：在空间维度上，要求实现教学区、办公区、生活区、室外区等全场景的无缝覆盖；在性能维度上，则需满足高并发、低时延、大带宽的高体验承载。然而，传统校园网络受限于技术架构与建设模式，在这两者之间长期处于失衡状态。

2.1 覆盖弱：信号盲区与体验洼地

高校校园建筑类型多样，教室、宿舍、图书馆等场景的结构复杂、墙体密集，对无线信号的穿透力构成严峻考验[3]。传统网络多采用放装式 AP 部署，信号在穿过承重墙、楼层板后大幅衰减，导致大量区域成为覆盖盲区或弱区。学生宿舍尤为典型——房间密集、终端众多，信号相互干扰严重，学生为改善上网体验而私接路由器，又进一步加剧了信道拥堵与线路杂乱。有调查显示，晚间的网络投诉高峰时段，宿舍区域的“视频加载慢、游戏延迟高”是最集中的槽点。

2.2 带宽窄：设备老化与性能瓶颈

随着 4K/8K 视频、云桌面、远程实训等高带宽应用的普及，校园网的流量压力呈指数级增长。但许多院校的网络设备服役年限较长，仍停留在百兆或千兆级别，难以支撑新兴业务的需求。教室场景中，教师播放教学视频时出现缓冲条、学生扫码签到时等待数秒，根源都在于带宽不足。尤其是在晚间的用网高峰时段，并发流量激增，网络时延波动剧烈，师生的用网体验急剧下滑。

2.3 管理难：安全隐患与运维压力

传统网络采用有线无线分离的建设模式，导致认证体系割裂、管理界面分散。有线网络缺乏有效管控，私接路由、非法接入等行为难以追溯；无线网络仅做基础认证，安全防护能力薄弱。与此同时，网络故障的定位与修复高度依赖人工经验，“用户报修—现场排查—逐段测试”的流程往往耗时数小时，运维效率低下。有院校统计，网络故障的平均修复时间（MTTR）长达 2 小时以上，师生满意度深受影响。

上述问题的深层根源，在于传统网络架构与智慧校园发展需求之间的结构性错配。当网络从“辅助工具”上升为“教学底座”时，其建设逻辑必须从“满足接入”转向“保障体验”，而这一转变的实现，有赖于技术架构的根本性革新。

3 破局之道：全光无线网的技术架构与创新路径

全光无线网并非光纤与无线的简单叠加，而是以光通信技术为基座、以智能管控为中枢的系统性重构[4]。大连枫叶职业技术学院所采用的全光无线星空解决方案，集中体现了这一技术范式的核心特征。

3.1 全光入室：重构覆盖逻辑

传统网络的覆盖逻辑是“面状覆盖”——通过 AP 的广域发射试图覆盖一片区域，其结果往往是边缘信号衰减、相邻信道干扰。全光无线网则转向“点状覆盖”，将光纤延伸至每个房间，在每个教室、办公室、宿舍内部部署独立的 AP 终端。

这一重构的核心技术支撑是波分复用与无源光网络。在教室场景中，每间教室的 AP 通过波分复用技术上行，实现独享带宽直达核心交换机，彻底消除了传统汇聚链路的带宽争用问题。宿舍区域则采用分布式接入方案，实现“千兆到床头”，信号无死角且相邻房间互不干扰[5]。这种“一室一纤”的架构，既保证了每个空间单元的网络独立性，又通过集中式 OLT 实现了统一管控，实现了覆盖质量与管理效率的双重提升。

3.2 光电混合缆：破解供电难题

老旧楼宇的网络改造往往受制于强电布线——重新铺设电源线路不仅成本高昂，还涉及建筑安全与施工许可等复杂问题。全光无线网采用光电混合缆技术，在一根线缆中同时传输电力与数据，实现了超过百米的长距离 PoF 供电。

这一创新带来了多重效益：其一，无需改造本地强电线路，大幅降低了施工难度与改造成本；其二，集中供电避免了因单个房间断电导致的网络中断，提升了系统的可靠性；其三，供电与信号传输的一体化设计，简化了末端设备的安装维护，真正实现了“即插即用”。

3.3 智能管控：从被动响应到主动优化

体验的保障不仅依赖于硬件的性能，更有赖于软件的智能。全光无线网构建了“终端—网络—应用”三层联动的智能运维体系。

在终端层面，统一认证计费平台实现了有线无线一体化认证与跨校区无缝漫游，师生在教学楼、图书馆、宿舍之间移动时，网络连接无感知切换，应用体验不中断[6]。在网络层面，智能运维系统基于 AI 算法实时分析流量特征与信道质量，动态调整频段负载与 QoS 策略，在高并发场景下保障关键业务的带宽资源。在应用层面，运维平台可将故障定位时间从“小时级”缩短至“分钟级”，并自动推送处理建议，大幅提升了管理效率。

4 实践验证：大连枫叶职业技术学院的案例剖析

大连枫叶职业技术学院的网络升级项目，是全光无线网技术路径在职业教育领域的一次完整落地。该校大黑石校区承载近万名师生，涵盖教学楼、办公楼、图书馆、宿舍、食堂等多种场景，其网络改造的复杂性与代表性兼具。

4.1 实施要点

项目在实施过程中采取了分场景精准施策的策略。教学区域部署高密度放装型 AP，满足互动教学、高清视频等高并发需求；办公区域采用场景化智分 AP 与光面板 AP 的组合，兼顾无线覆盖与有线接入；宿舍区域则通过分布式接入实现信号的全覆盖与带宽的独享。在核心层，部署高性能交换机集群，为教务管理、一卡通、安防等核心业务提供稳定支撑。

供电方案的创新是项目的亮点之一。老旧办公楼宇的改造中，光电混合缆的应用既解决了强电布线难题，又保障了无线性能的充分释放。楼宇弱电间采用无源透明汇聚设备，简化了部署、提升了可靠性。

4.2 成效评估

改造后的网络性能实现了跨越式提升。实测数据显示，无线网络平均时延较改造前降低超过 70%，下载体验提升数倍[7]。师生的直观反馈是“快”和“稳”——网页打开迅速、视频播放流畅、在线教学无卡顿，曾经的高并发拥堵问题得到根本性缓解。

运维管理的智能化转型同样成效显著。统一平台实现了所有网络设备的可视可管，故障可精准定位到端口和用户，运维人员压力减轻近半。有线无线一体化的实名认证，有效规范了网络使用行为，私接路由现象大幅减少，安全隐患从源头上得到消除。

4.3 经验启示

该案例的成功，为同类院校提供了三点重要启示。其一，网络升级应立足长远，选择具备演进能力的架构。全光网络的大带宽、易扩展、长寿命特性，可满足未来 5 至 10 年的发展需求，避免重复投资。其二，全场景覆盖与高体验承载并非不可兼得，关键在于技术路径的精准选择。光电混合缆、波分复用、智能运维等创新技术的组合应用，打破了传统网络的性能天花板。其三，校企合作是推进数字化基建的有效模式。通过引入成熟的技术方案与实施经验，院校可大幅降低试错成本、缩短建设周期。

5 迈向智慧校园的网络基座

全光无线网的价值，不止于解决当下的网络痛点，更在于为智慧校园的未来演进奠定基础架构。随着 VR/AR 沉浸式教学、超清远程互动、物联网智慧管理等新应用的兴起，网络将承载更丰富的业务类型、更严苛的性能要求。全光网络的高带宽、低时延特性，为这些应用准备了“即插即用”的承载平台[8]。无源汇聚的极简架构，则为未来网络向 Wi-Fi 7、50G PON 等新技术的平滑升级预留了空间。

与此同时，全光无线网的建设逻辑也为教育数字化的深入推进提供了方法论的启示。技术创新的价值，最终要落脚于用户体验的改善与教学质量的提升。大连枫叶职业技术学院的实践表明，当网络真正实现“无感存在、有感体验”时，师生对数字教学的接受度与参与度将显著提升，信息技术与教育教学的融合创新也因此获得更坚实的支撑。

展望未来，随着人工智能、大数据等技术与全光网络的深度融合，校园网将从“连接管道”升级为“智能底座”。届时，网络将不仅能感知业务需求、主动优化资源配置，更能通过数据分析反哺教学决策、赋能个性化学习。在这个意义上，大连枫叶职业技术学院的网络升级实践，既是解决当下困局的破局之举，更是通往未来智慧校园的奠基之路。

6 结语

从“卡顿掉线”到“流畅稳定”，从“分散管理”到“智能管控”，大连枫叶职业技术学院以一张全光无线网破解了全场景覆盖与高体验承载的二元困局。这一实践不仅验证了全光技术架构在校园场景中的适用性与优越性，更为教育数字化转型背景下的校园网建设提供了可资借鉴的范式。当网络真正成为支撑教学、服务师生、赋能创新的坚实基座时，智慧校园的美好愿景将离我们更近一步。

参考文献

[1] 湖北大学大数据中心. 湖北大学与华为合作打造业界首个超万兆全光校园网络[N]. 湖北大学新闻网, 2025-03-27.

[2] 华为技术有限公司. 华为Agile Mobile：重构无线校园网络的技术范式与实践路径[EB/OL]. 百度开发者中心, 2025-12-06.

[3] 朱虹, 张胜奎. 黑龙江联通助力打造智慧校园数字基建标杆[N]. 科技日报, 2026-01-27.

[4] 肖明, 谭凤霞, 舒江波, 等. 基于校园大数据的无线网络AP布局优化[J]. 华中师范大学学报（自然科学版）, 2020, 54(3): 384-390.

[5] 安徽交通职业技术学院. 驭光而行 数智启新：学院成功举办F5G-A全光校园研学会[EB/OL]. 2025-07-25.

[6] 华为技术有限公司. 华为发布F5G-A万兆全光园区解决方案[EB/OL]. DoNews, 2025-09-18.

[7] 汪淼. 华为打造全球首个大规模F5G-A智慧校园：湖北大学率先落地[EB/OL]. IT之家, 2025-07-04.

[8] 保定理工学院信息技术中心. 新兴网络与传统校园网架构融合方案[EB/OL]. 2024-08-20.