

# 高校网络架构优化与性能提升策略研究

肖志雄

武汉轻工大学, 湖北 武汉 430023

**摘要：** 踏入教育数字化的新纪元，高校线上业务应用迎来蓬勃发展。校园网络对教学、科研及管理工作的支撑地位也日益凸显。如何做好高校网络架构优化与性能提升，俨然成为建设高校智慧校园的关键任务。本文通过对高校网络架构现状的深入研究，精准分析当前高校网络架构与性能面临的挑战，如流量潮汐致使带宽短缺、设备老化导致的扩容难题、多厂家设备异构带来的运维困境、IPv6部署复杂等问题。并针对这些普遍存在的问题，从升级网络整体架构、强化网络安全防护、优化网络流量调度、规划网络无线部署、规范网络管理运维五个方面，提出一套系统、综合的优化策略，旨在构建高效、稳定、安全的校园网络环境，充分满足师生多样化、复杂化的网络需求，积极推动教学、科研和管理工作的顺利开展，为高校教育数字化转型提供有力支撑。

**关键词：** 校园网；网络架构优化；IPv6部署；网络安全

## Research on University Network Architecture Optimization and Performance Improvement Strategy

Xiao Zhixiong

Wuhan Polytechnic University, Wuhan, Hubei 430023

**Abstract：** Stepping into the new era of education digitalization, the online business applications in colleges and universities ushered in a vigorous development. The supporting position of campus network for teaching, scientific research and management is also becoming increasingly prominent. How to optimize the network architecture and improve the performance of colleges and universities has become the key task of building a smart campus in colleges and universities. Through an in-depth study of the current situation of the network architecture in universities, this paper accurately analyzes the challenges facing the current network architecture and performance in universities, such as bandwidth shortage caused by flow tide, capacity expansion problems caused by equipment aging, operation and maintenance difficulties caused by the heterogeneity of equipment from multiple manufacturers, and complex IPv6 deployment. And aiming at the common problems, from the upgrade network overall architecture, strengthen network security protection, optimize the network traffic scheduling, planning network wireless deployment, standardize network management operations five aspects, put forward a set of system, comprehensive optimization strategy, aims to build efficient, stable and safe campus network environment, fully meet the needs of teachers and students diversification, complicated network, actively promote teaching, scientific research and management work smoothly, provide strong support for college education digital transformation.

**Keywords：** campus network; network architecture optimization; IPv6 deployment; network security

## 引言

在教育领域迈向数字化转型这一辉煌新纪元之际，高等院校的网络架构已然跃升为驱动校内纷繁事务顺畅运作不可或缺的基石性设施。其网络触角之广，自巍峨的教学楼宇延伸至浩瀚的图书馆藏，又深入莘莘学子的休憩之所——宿舍楼，乃至事务繁忙的行政办公楼宇，全面渗透进广大师生的日常求知之旅、科研探索之合作、在线办公之实践及校园生活服务的万般情境。伴随着智慧教室直播录播教学模式蔚然成风、大规模开放在线课程（MOOC）遍地开花、科研数据流量呈几何态势激增，加之物联网技术于校园内的稳步渗透，高校网络所承载的繁重业务负荷直线飙升，致使其面临着空前绝后的巨大承载挑战与考验。在此背景下，优化网络架构、大幅提升网络性能，已成为高校信息化建设亟待解决的紧迫问题。

## 一、高校网络架构面临的现状与挑战

### （一）流量潮汐现象导致带宽不足

以武汉轻工大学为例，庞大的师生群体使得学生上网习惯呈现出显著的潮汐特征。上午大课间（早上10点左右）和下午大课间（下午4点左右），大量学生同时接入网络，或查阅学习资料，或观看线上教学视频，短时间产生的大量并发流量对网络形成巨大冲击。查看网络出口管理平台，发现流量峰值达到4.9Gbps，对于学校现有5个的G出口带宽来说，基本处于满载状态，师生反映此时段的网络拥塞情况明显，上网体验较差。无论是需要流畅观看高清教学视频的学生，还是对急需快速传输科研数据的教师，现有的网络条件都难以满足高校各类应用场景对带宽、延迟和稳定性的迫切需求<sup>[1]</sup>。

### （二）网络设备老旧导致难以扩容

许多高校网络设备使用年限较长，很多接入交换机仍采用百兆下行，千兆上行的配置，核心网络设备虽有万兆接口，但在校园网络流量迅猛增长的趋势下，这些设备最初设计的吞吐容量已无法满足当下需求。部分核心层如防火墙和BRAS（宽带接入服务器）设备，最高承载能力仅为10G，严重阻碍了对校园网络的后续升级改造。设备配置不仅影响网络性能，在安全防护方面，老旧设备对新型网络攻击的抵御能力也极其有限，在流量管理方面，也难以实现对复杂网络流量的精准调控，给校园网络的稳定运行埋下诸多隐患<sup>[2]</sup>。

### （三）多厂家设备异构增加运维难度

随着高校招生规模的不断扩大，高校校区建设也从未停止，不同时期建设的楼栋，其网络建设方案也存在较大差异<sup>[3]</sup>。往往是不同厂家、不同版本的网络接入设备在校内并存。如锐捷、新华三、华为等厂家的AC无线控制器，以及用于PPPOE拨号上网的BRAS设备同时运行于校园网络中。在运维过程中，往往需要登录不同平台查看设备运行日志。这使得在进行准入溯源时，难以形成统一、高效的追踪路径，对接工作极为繁琐。一旦网络出现故障，运维人员需在不同厂家设备的复杂配置中排查问题，极大增加了网络运维和故障排查的时间成本与技术难度<sup>[4]</sup>。

### （四）IPv6部署带来新挑战

传统IPv4地址已经难以满足信息化发展的需求，从IPv4转型IPv6，已然成为高校网络未来发展的必然选择<sup>[5]</sup>。IPv6拥有近乎无限的地址空间，能够为每一台设备提供独立、稳定的IP地址，但如何让IPv6平滑落地高校网络建设，仍面临一连串错综复杂的问题。IPv6地址管理复杂性大幅增加，需要建立更为精细的管理体系及具备强大的自动配置功能；IPv6新协议带来全新的安全威胁，在IPv4/IPv6双栈环境下，网络攻击面进一步扩大，新型DDoS攻击手段不断涌现；IPv6的隐私扩展功能，在保护高校敏感信息和师生隐私的同时，也给网络地址溯源以及上网日志审计工作带来了极大挑战；高校现有的网络管理软件也需要全面排查升级，全面适配IPv6协议，从而确保IPv6应用上线后高校的网络安全管理工作的正常开展<sup>[6]</sup>。

## 二、高校网络架构优化策略

### （一）升级网络整体架构

1. 扩展核心层接口：核心层设备承载着全校网络数据的高速

转发，其性能直接影响到整个校园网性能，需要扩展升级以配备40G或100G以太网接口。核心层设备如防火墙和流量控制设备，还需要具备大容量的背板带宽和高速的端口速率，使网络在具备强大传输能力的同时，拥有更出色的安全防护和流量管理能力，能够对网络流量进行精准调控，有效抵御各类网络攻击<sup>[7]</sup>。同时核心层设备必须具备冗余功能，如冗余电源、冗余链路等，以提高校园网络架构的可靠性，更加有效应对流量潮汐现象带来的巨大压力，确保高校校园网络的稳定、高效运行<sup>[8]</sup>。

2. 优化网络拓扑结构：对现有网络拓扑进行重新规划，积极采用扁平化大二层网络架构。与传统的三层网络架构相比，大二层网络架构精简了网络层次，减少故障节点，节约成本的同时也方便了网络运维管理。在汇聚层，以扁平化方式高效汇聚大量接入设备和用户，直接接入核心层，有效扩展核心层可接入的用户数量。通过这种方式，既能提高网络的可靠性，确保部分链路出现故障时网络仍能正常运行，又能增强网络的灵活性，实现对校区间网络流量的智能调度。

### （二）强化网络安全防护

1. 构建多层次安全机制：在校园网出口处部署入侵检测系统（IDS）、入侵防御系统（IPS）、DDoS防护等安全系统，实时监测网络中的异常行为和潜在的攻击威胁，利用防病毒和威胁情报技术，及时发现并阻止内部终端用户可能遭遇的挖矿安全威胁，从源头上遏制安全隐患。根据师生不同的访问需求，制定不同的访问策略，确保校内资源只能被得到许可的师生访问。同时部署利用态势感知平台，实时监测外网发起的攻击行为，一旦发现异常，立即采取相应防御措施，联动防火墙及时更新调整策略，确保网络边界安全。还可以引入沙箱技术，蜜罐技术，对难以通过传统安全检测手段识别的未知威胁进行深度分析和防御，显著提升校园网络对0day威胁的抵御能力<sup>[9]</sup>。

2. 强化安全协同与溯源机制：校园网络安全防护工作可以借助云端威胁情报中心开展，搭建起云端情报与本地安全设备之间的高效协同桥梁，实现二者无缝对接与联动。通过本地与云端紧密协作的模式，校园网络可实时获取各地最新的威胁情报，从而敏锐感知并迅速预警潜在的网络威胁，适应瞬息万变的网络安全形势。还可以校园网将出口流量镜像至上网行为管理平台，平台强大的数据分析能力，对用户上网行为展开全方位、精细化的深度剖析。当监测到异常行为时，能够迅速定位涉事用户，立即采取阻断措施，精准处理网络安全隐患。这种多系统协同运作的方式，显著提升了校园网络的安全性与可靠性，为广大师生营造出一个稳定、安全的网络环境<sup>[10]</sup>。

3. 优化IPv6安全策略：针对IPv6地址管理的复杂性，制定科学合理的地址分配策略和完善的管理机制。利用SLAAC（无状态地址自动配置）、DHCPv6（动态主机配置协议v6）等功能，优化IPv6地址配置流程，减少管理复杂性。为更好的应对IPv6新协议带来的安全威胁，还需要采用支持IPv6协议的网络安全设备与系统，增强对IPv6网络流量的监控能力，建立高效的预警防御机制。为应对IPv6隐私扩展地址引发的溯源难题，校园网络应着手构建完善的IPv6地址隐私保护机制，融合成熟的溯源定位技术与精细的日志审计技术，实现对网络行为的精准追踪与记录。既能有效维护校园网络空间安全秩序，又能充分尊重师生的隐私权益。

4. 制定应急预案：高校需构建完备的网络安全应急预案体系，全面覆盖诸如网络故障、安全事件等各类潜在风险情形，确保在危机来临时能够迅速、有序地做出响应，最大程度降低损

失，维护高校网络稳定运行<sup>[11]</sup>。该预案应充分预测各种潜在情况，涵盖诸如服务器崩溃、路由器故障以及互联网服务提供商连接突然中断等网络故障。在安全事件方面，必须考虑到像分布式拒绝服务（DDoS）攻击、数据泄露以及恶意软件入侵等网络攻击情况。同时针对这些可预见的每一种情况，都应明确详细的应急处理流程和措施。与此同时，应建24小时值班电话，遇到紧急情况保持沟通渠道畅通，及时将情况告知相关部门和用户。

同时要定期开展应急预案演练，可以采用模拟网络故障或模拟安全攻击的形式。如模拟DDoS攻击演练期间，网络团队将实际执行检测攻击、启动缓解策略以及恢复正常网络运行的流程。通过各类网络安全演练，不断优化调整高校的应急预案，同时切实增强相关人员应对紧急状况的实操技能。当突发事件发生时，高校便能凭借前期积累的经验与技能，迅速、高效地做出反应，降低负面影响，保证师生教学科研工作的正常运行。

### （三）优化网络流量调度

1. 面向应用场景智能规划流量：对各类应用场景在网络带宽、延迟以及稳定性方面的独特需求展开深度剖析，依据分析结果，预先实施精细化的流量编排策略。对于访问国际数据库、外文期刊等流量，考虑到数据传输的准确性和高效性要求，将其引流至访问质量更稳定的教育网线路，确保数据能快速、稳定传输。对于大文件下载任务，根据流量出口的实时空闲情况进行动态负载均衡，合理分配网络资源，避免某一出口负载过高导致下载速度缓慢。对于视频聊天、语音通话和网络游戏等对实时性要求极高的应用，优先将其流量引流至延迟较低的线路，保障用户能获得流畅、低延迟的使用体验。

2. 依托DNS驱动流量优化：引入搭载流量调度能力的DNS设备，对网络实时状态与用户需求波动进行持续、精准的监控。借助智能算法，综合考量当下网络出口的负载程度以及用户的访问意向，有针对性的规划出适配每位用户的最佳网络传输路径，推动高校网络资源实现高效、合理的调配。当某一区域网络出现拥堵时，DNS设备可自动将用户流量导向其他空闲链路，有效避免网络拥塞，提高网络整体性能，为高校师生提供更优质的网络服务。

### （四）规划网络无线部署

1. 无线覆盖范围：根据校园的建筑布局和用户分布，合理规划无线接入点（AP）的位置和数量，确保校园内各个区域都能得到良好的无线信号覆盖。针对图书馆、科报厅、大学生活动中心等人员密集的场所，可通过加大AP部署密度，选用放装AP或高密AP，将原有20左右的接入数量提升至80，无线网络覆盖半径由5-10米提升至10-15米，充分满足师生们同时使用无线网络的需求。

2. 无线频段选择：根据实际需求选择合适的无线频段。2.4GHz频段覆盖范围广，但干扰较多；5GHz频段传输速度快、干扰少，但覆盖范围相对较小。可以采用双频无线接入点，同时支持2.4GHz和5GHz频段，让用户根据实际情况选择合适的频段。还可以采用支持Wi-Fi7的AP设备，Wi-Fi7通过MLO技术，能够跨多个频段（2.4GHz、5GHz、6GHz）同时传输数据，进一步提升无线传输速度和稳定性。

3. 强化无线安全防护：通过启用WPA2、WPA3等加密协议，对无线网络实施加密处理，有效抵御非法用户入侵，保障网络安全。同时设置无线接入认证机制，如802.1X认证、Portal认证等，确保只有授权用户能够访问无线网络，方便在运行出问题

的时候溯源。

## 三、总结与未来展望

通过对当前高校网络架构现状进行深入研究，本文分析出流量潮汐现象、网络设备陈旧老化、多厂家设备异构会导致出口带宽紧张、网络扩展艰难、运维管理复杂、IPv6部署繁琐等问题，制定了一系列有针对性的优化策略。在网络架构升级方面，逐步推进网络设备的更新换代，构建高速、稳定的网络基础架构；在安全防护强化上，完善安全防护体系，加强安全监测与应急响应能力；针对流量调度优化，部署智能流量调度系统，实现网络资源的合理分配；在无线网络部署上，合理规划无线AP安装位置，灵活选用不同设备，提升无线覆盖范围和接入用户数；在网络管理运维方面，整合准入规则，实现对校园网内接入用户的统一身份认证，提升校园网络运维管理效率。实践证明，这些优化策略能够切实提升高校网络的性能、稳定性和安全性，充分满足师生日益增长的网络需求，为高校师生的教学、科研和管理工作提供强有力的网络支撑。

随着信息技术的持续创新发展，未来高校网络还需紧跟时代步伐，不断进行优化升级。一方面，随着5G、物联网、人工智能等新兴技术在校园中的广泛应用，高校网络需要具备更强的业务承载能力和安全防护能力。另一方面，网络安全挑战也将更加复杂多变，高校需持续投入资源，加强网络安全技术研究与应用，如采用人工智能技术与安全设备联动，提前发现并智能处理潜在的安全威胁，为高校的智慧校园建设筑牢网络基石。

## 参考文献

- [1] 皮宗辉, 王树国, 简明. 高校校园网规划设计及性能优化——以喀什大学为例[J]. 喀什大学学报, 2020, 41(06): 65-68. DOI: 10.13933/j.cnki.2096-2134.2020.06.015.
- [2] Zhen - Guo Liu. Analysis of Campus Computer Network Management and Security Technology Based on the Status Quo of Modern Network. Journal of Physics: Conference Series. 2021; 1744 (4): 042113-042113. doi:10.1088/1742-6596/1744/4/042113
- [3] 王凤霞. 校园网无线网络管理及应用优化[D]. 复旦大学, 2012.
- [4] 龚一轩, 孙小影. 基于数字孪生安全底座平台的校园网络安全态势管理优化方案——以上海科技大学为例[J]. 数字通信世界, 2023, (05): 185-187.
- [5] Lingfang Huang. Research on Campus Network Security Management Technology Based on Big Data. 2019 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA). 2019; 0 (0): 0-0. doi:10.1109/icsgea.2019.00133
- [6] 杨玉杰, 王超, 张颖, 等. 基于用户感知校园网络质量优劣的大数据挖掘方法探索[J]. 信息与电脑, 2024, 36(23): 122-124.
- [7] 邱华. 基于无线网络部署和设备升级的校园网优化改造方案[J]. 无线互联科技, 2023, 20(10): 161-165.
- [8] 涂锋斌. 神经网络加速器的计算架构及存储优化技术研究[M]. 清华大学出版社, 2022.
- [9] 王风华. 智慧校园建设中的网络架构与性能优化[J]. IT经理世界, 2024(1): 99-101.
- [10] 陈建军. 5G时代的铁路通信网络架构与性能优化[J]. 科学与信息化, 2024(6): 163-165.
- [11] 韦义宏, 张德华, 贾林杰. 云计算环境下的5G移动通信网络性能优化策略[J]. 通信电源技术, 2024, 41(19): 155-157.