

高职院校数字化校园网络基础环境建设研究

——基于 IPv6 的校园网升级改造

祁发展

(临夏现代职业学院, 甘肃 临夏 731100)

摘要: 文章以临夏现代职业学院校园网互联网协议版本 6 (Internet Protocol version 6, IPv6) 升级改造为例, 介绍互联网协议版本 4 (Internet Protocol version 4, IPv4) 校园网现状和存在的问题, 比较 IPv4 与 IPv6 的优缺点, 结合 IPv6 迁移改造的双协议栈、隧道技术, 探索规划阶段性升级改造 IPv6 的建设方案, 重点讨论 IPv4/IPv6 双栈校园网技术实现。

关键词: 校园网; IPv4; IPv6; 隧道技术; 双协议栈

中图分类号: TP393 文献标识码: A 文章编号: 1003-9767 (2024) 02-174-003

Research on the Construction of Digital Campus Network Basic Environment in Vocational Colleges

——Campus Network Upgrade and Transformation Based on IPv6

QI Fazhan

(Linxia Modern Vocational College, Linxia Gansu 731100, China)

Abstract: This paper takes the Internet Protocol version 6(IPv6) upgrade and transformation of the campus network of Linxia Modern Vocational College as an example, introduces the current situation and existing problems of the Internet Protocol version 4(IPv4) campus network, compares the advantages and disadvantages of IPv4 and IPv6, explores and plans the construction plan of phased upgrade and transformation of IPv6 based on the dual protocol stack and tunnel technology of IPv6 migration and transformation, and focuses on the implementation of IPv4/IPv6 dual stack campus network technology.

Keywords: campus network; Internet Protocol version 4(IPv4); Internet Protocol version 6(IPv6); tunnel technology; dualstack

0 引言

随着信息技术的快速发展, 互联网协议版本 4 (Internet Protocol version 4, IPv4) 升级改造为互联网协议版本 6 (Internet Protocol version 6, IPv6) 已经成为网络发展的必然趋势。IPv6 的引入和应用能够提供更多的网络地址, 提供更好的网络安全性和性能, 因此在许

多领域, 如高等教育机构, IPv6 的升级和部署已经成为一种常态^[1]。

1 背景介绍

2011 年 2 月 3 日, 国际互联网名称与数字地址分配机构官方宣布全球最后一批 IPv4 地址分配完毕, IPv4 地址不足是 IPv4 网络面临的最主要问题。虽然通

收稿日期: 2023-12-11

基金项目: 2021 年甘肃省高等学校创新基金项目“高职院校数字化校园网络基础环境建设研究”(项目编号: 2021B-580)。

作者简介: 祁发展 (1988—), 男, 甘肃临夏人, 本科, 讲师。研究方向: 计算机网络、信息技术。

过网络地址转换 (Network Address Translation, NAT) 等技术手段, 可暂时突破 IPv4 地址瓶颈, 但是 NAT 技术只是将 IPv4 的问题向后延迟, 未从根本上解决存在的问题^[2]。

要想从根本上解决 IPv4 地址的问题, 可以将现有的 IPv4 地址升级到 IPv6。IPv4 具有 32 位 (4 字节) 地址长度, 即有 2^{32-1} 个地址, IPv6 具有 128 位 (16 字节) 地址长度, 即有 2^{128-1} 个地址。此外, IPv6 扩展了路由和寻址的能力, 报头格式更简洁, 可选项内容不放入报头, 而是放在扩展头部来实现, 其中的服务质量 (Quality of Service, QoS) 的功能、身份验证和保密、互联网安全协议 (Internet Protocol Security, IPSec) 的安全机制、移动设备的支持、无状态的自动地址配置等弥补了 IPv4 协议的不足^[3]。我国自 2017 年 11 月发布《推进互联网协议第六版 (IPv6) 规模部署行动计划》, IPv6 规模部署工作逐渐有序展开。

2 研究目的和意义

IPv6 的地址空间非常大, 可以满足未来数十亿级别的网际互连协议 (Internet Protocol, IP) 地址需求, 使得 IP 地址变得非常充足。升级 IPv6 可解决 IPv4 遇到的瓶颈, 同时在地址数量、安全性、网络管理、扩展性等诸多方面优于 IPv4, 加之下一代互联网“物联网”越来越普及, 从 IPv4 升级过渡到 IPv6 是必然之路。由于现阶段 IPv4 过渡到 IPv6 没有形成统一的技术标准, 探讨和研究校园网 IPv4 升级改造为 IPv6, 将为后期具体建设实施过程起到指导作用。

3 IPv6 升级改造的理论基础

3.1 双协议栈

双协议栈是在 IPv6 网络部署中最为常见的技术方式, 可将原有的 IPv4 网络完全移植到新部署的网络, 使得网络中用户可以同时访问 IPv4 和 IPv6 网络。双栈技术网络内的所有网络设备均需支持双栈策略, 同时开启 IPv4 和 IPv6 协议, 对不同协议转发路径不作限制, 对应用双栈技术的网络终端, 网络设备会根据报文的协议类型选择不同的协议栈进行处理和转发^[4]。

3.2 隧道技术

隧道技术是一种利用 IPv4 传递 IPv6 数据的方式, 包括数据的封装、传输和解封装。采用隧道技术, 可以将 IPv4 或 IPv6 协议的数据帧或数据包重新封装在新的包头中。被封装的数据包在隧道的两个端点之间的网络基础设施中传递, 最终到达终点。在终点, 数据被解封装, 最终转发到目的地。隧道两端通常都是支持双栈的设备。

4 IPv4 升级改造 IPv6 网络

4.1 网络现状和需求分析

4.1.1 校园网络基础环境

临夏现代职业学院校园网主校区采用一台 H3C S10508G-AF 的 3 层交换机作为校园网核心交换机, 部分楼宇采用 H3C S7503X 或 H3C S5560X-30F-EI 作为校园网汇聚交换机, 形成核心到部分楼宇汇聚主干网络万兆集联、汇聚千兆到接入、接入百兆到桌面的网络基础环境。分校区为新建校园网, 从主校区中心机房架设一主一备两条 72 芯光缆, 统一了校园网业务和运维管理。超融合云平台的搭建, 实现了计算、存储、网络的虚拟化, 优化了资源利用, 为服务器集群化统一运维管理提供了便利, 同时保障了学校的数字资源安全性。为辅助学校的教育教学管理, 临夏现代职业学院建立了站群系统、教务管理系统、校园一卡通系统、图书馆智能借阅系统、国有资产管理系统等。

4.1.2 现状分析

现阶段, 临夏现代职业学院骨干网络中核心交换机、图书馆汇聚交换机、强技楼汇聚交换机、边界防火墙、上网行为管理和日志审计等网络设备均支持 IPv6; 博智楼、砺能楼、学生生活区域汇聚交换机、接入交换机不支持 IPv6。

业务系统方面, 教务管理系统、站群系统和国资管理系统均支持 IPv6, 图书管理系统和一卡通系统等部分早期建设的业务系统只能通过 IPv4 实现业务系统访问。校园网络安全以 IPv4 的网络安全、主机安全、应用系统安全为主, 网络安全等级保护和防护均为针对 IPv4 的防护。

当前校园网络是基于 IPv4 的 NAT 技术的网络服务, 无法转发含有 IPv6 协议的数据^[5]。随着临夏现代职业学院信息化建设的持续推进, 基于 IPv4 的校园网已经无法满足当下的需求。

4.2 升级改造方案总体规划

根据现状分析, 整个校园网不可能在短时间内完全升级到 IPv6, 需要采取循序渐进的方式将目前使用的 IPv4 校园网络逐步升级过渡到 IPv6。在过渡期内, IPv4 与 IPv6 将共存, 规划采取两个阶段渐进。

4.2.1 最大化利用旧设备, 初步改造升级 IPv6

主校区校园网的改造。现阶段 IPv6 需求较少, 因此不改变现有 IPv4 校园网络, 保证 IPv4 业务不受影响。由于核心支持 IPv6, 核心交换机开启双栈上行连接 IPv6 公网, 下行连接开启双栈和站内自动隧道寻址

协议（Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol，ISATAP）。对于支持 IPv6 的设备采用双栈，对于不支持 IPv6 的设备采用 ISATAP。同时，开启支持双栈的汇聚交换机、边界防火墙、上网行为管理和日志审计等网络设备的双栈协议，对于需要访问 IPv4 和 IPv6 网络的终端和用户，将 IPv4 网关和 IPv6 网关均部署到核心层交换机上。主校区不增加资金投入，利用现有网络设备

初步满足基本的 IPv6 需求。
分校区校园网的改造。分校区为新建校园网，核心层、汇聚层和接入层设备均支持 IPv6，分校区采用 IPv4/IPv6 双栈进行部署，使得整个校园网能够同时支持两种 IP 业务系统访问，如图 1 所示。
本阶段完成之后，不仅原有的校园网内 IPv4 网络和业务用户不受影响，而且实现了 IPv6 的接入。为防止

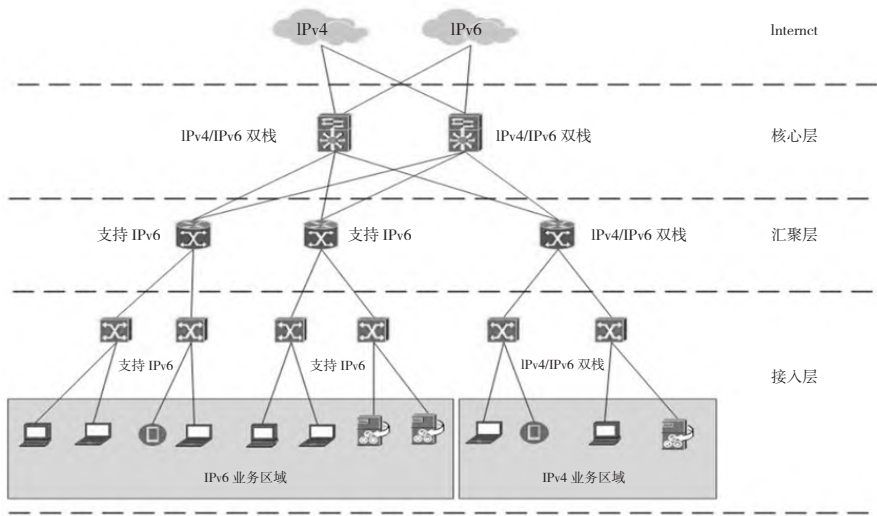


图 1 校园网络升级改造

IPv4 数据占用 IPv6 网络资源，可以在双栈和 ISATAP 设备配置策略。同时，为保证 IPv6 网络不出现断路的情况，可以通过 IPv6 路由和原有 IPv4 路由的 IPv4 互通来解决。随着 IPv6 的需求和数量越来越多，将不支持 IPv6 的设备逐步替换，校园网络 IPv4 升级改造将进入下一阶段。
4.2.2 升级改造网络设备，逐步实现 IPv6 优先访问

第二阶段校园网络升级改造。主校区升级支持 IPv4/IPv6 双栈的校园网核心层，采用双核心双链路到汇聚的网络冗余，提升网络可靠性。旧核心下移分校区，替换主校区不支持 IPv4/IPv6 双栈的汇聚层和接入层设备。将替换下来一部分网络设备下沉到校园网络未涉及 IPv6 业务的末端，接入层设备增加 IPv6 服务配置，接入终端增加支持双栈设备，逐步扩大 IPv6 网络的覆盖范围。同时，增加边界防火墙、Web 防火墙、堡垒机、日志审计、数据库审计等 IPv6 网络安全防护。业务平台升级为 IPv4 和 IPv6 双栈，如果业务平台或者终端不能支持双栈模式转换，部分节点需要保留 ISATAP。
通过第二阶段升级改造，校园网基本实现了 IPv6 的全覆盖，同时保证了 IPv6 to IPv4、IPv6 to IPv6、IPv4 to

IPv6、IPv4 to IPv4 业务同时应用。

5 结语

渐进式的在现有 IPv4 基础上根据需求规划 IPv6，通过逐步更新替换设备、分阶段实施、“双栈”的部署策略，使网络同时支持 IPv4/IPv6，最终逐步过渡到纯 IPv6 环境，是成功实施 IPv6 升级改造的重要经验。

参考文献

[1] 付明腾. 一种基于 SPACE6 的政府网站群 IPv6 改造方案 [J]. 电脑知识与技术, 2014(26):6043-6044.
[2] 张俊,袁红旗. 浅析校园网 IPv4 向 IPv6 的技术升级 [J]. 中国教育信息化·基础教育, 2013(7):76-77.
[3] 深圳万物云联科技有限公司. 一种外链 url 资源调用方法及装置 :201811332299.5[P].2019-04-02.
[4] 内蒙古工业大学,王钢. 一种支持 ipv6 的网络安全应急响应系统 :202010839795.0[P].2020-11-27.
[5] 马杰,杨磊,张永平. IPv4 到 IPv6 过渡技术分析 [J]. 电脑知识与技术 (学术交流), 2007(9):703-704.