

高校全光校园网建设项目的研究与应用

——以沈阳建筑大学为例

牛志成¹, 祝慧洁¹, 高春阳¹, 杭帆²

(1. 沈阳建筑大学信息化建设办公室, 辽宁 沈阳 110168;
2. 沈阳建筑大学计算机科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要:随着高校师生对信息化使用需求的断崖式增长,校园网越来越受到师生们的青睐。校园网可以为师生提供优质的信息,从而满足其办公和学习的需求。为进一步促进高校信息化网络建设,针对传统高校校园网存在的问题,发挥以太全光网技术的优势,探究以极简以太全光网技术为基础的全光校园网建设。以沈阳建筑大学全光校园网建设为例,根据师生的网络利用需求,构建全光校园网建设项目,绘制校园核心区域网络拓扑结构图,设计全光网建设项目内容,展示全光宿舍网建设项目的应用效果。

关键词:校园网;全光网;高校信息化;拓扑结构

中图分类号:TP393 **文献标志码:**A

引用格式:牛志成,祝慧洁,高春阳,等.高校全光校园网建设项目的研究与应用:以沈阳建筑大学为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2024,26(3):304-310.

现代科技的发展使各种互联网技术层出不穷,教育领域也开始逐步应用新兴的互联网技术,这使得高校信息化建设从数字化校园向智慧校园的方向迅猛发展^[1]。高校信息化建设对提高高校教育质量具有重大意义并促进了高校教育的持续发展。用教育信息化来带动教育现代化是高校教育发展的重要方向^[2]。高校信息化建设能够促进大学生的全面发展,促进建立以信息技术为基础的创新型教育教学和服务供给方式,实现教育治理体系和能力的现代化,能够塑造符合教育现代化目标的教育信息化体系,并充分发挥教育信息化在引领和支持教育现代化方面的重要作用。高校智慧校园建设是实现学校

教育现代化的抓手和核心工作^[3]。

传统高校校园网一般采用以核心层、汇聚层及接入层为主的三层或多层架构。这种架构由较多的网络层次构成,这就产生了设备故障难以迅速定位和设备维护管理难度大的问题^[4]。此外,随着校园内师生数量的增加,上网并发量逐年攀升,用户对校园网络带宽和性能的需求也随之增大。传统架构的接入层无法满足用户对高带宽接入的需求。传统高校校园网的方案设计无论是从管理、维护还是整合方面,通常采用分布式或分散式的模式,这不仅会导致校园网络服务质量提升困难、服务响应率降低、用户体验满意度下降,还会使学校陷入无线校园和物联网浪潮

所带来的困境^[5]。因此,现代校园教育信息化建设迫切需要一种结构简单、高速稳定、易于维护且安全可靠的网络。相对于传统网络,全光网络具备网络结构简单、低延时、高带宽、多场景多业务统一接入、纤芯资源耐用、安全可靠以及集中管理等优势^[6]。将全光网络技术引入校园网,有助于在一定程度上提升网络性能,满足用户对网络带宽的需求。全光网络的二层架构不仅减少了网络层级,也显著降低了校园网的管理和维护难度。

笔者在简要介绍全光网络技术的基础上,使用极简以太全光网技术阐述沈阳建筑大学互联全光网设计方案,绘制校园核心区域网络拓扑结构,并根据沈阳建筑大学全光宿舍网的应用案例来发现全光校园网络在实际应用中所面临的问题以及提出相应的解决策略。

一、全光网技术的相关概念

全光网技术也称为光纤接入网,是一种宽带接入技术,通过光纤传输信号将高速互联网、电视和电话服务传输到家庭用户^[7]。相较于传统的铜线接入技术,全光网技术具有带宽高、信号传输距离远、干扰小等优点,其正在逐渐成为未来通信接入的主流技术^[8]。

全光网的核心技术是采用光纤连接所有网络节点,以光纤替代铜线,以光节点替代电节点,这种技术转变使信息以光的形式在网络中传输,大大增强了传输速率^[9]。全光网能够提供更快速、更稳定、更丰富的通信服务,并可以满足用户日益增长的宽带需求,支持更多的高清视频、智能家居、云计算、虚拟现实等高带宽的应用与发展。同时,全光网技术也有助于降低运营成本,减少能源消耗,促进数字化社会的发展和普及^[10]。

在高校园区网络中全光网有两种方案路线,一种是无源光纤网络,另一种是以太全光网,两种网络应用技术不同,前者为来源于运营商的家用宽带,后者为企业园区网络。以太全光网方案适用于面向教育、商旅、办公等园区型场景。采用全新的光纤入室方式,结合以太网协议,在简化架构的网络组建和软

件定义网络 (Software Defined Network, SDN) 技术的支持下,为园区业务提供面向高带宽、低延时、高度灵活、极简运维的网络承载,以适应物联网时代的需求^[11]。

二、沈阳建筑大学全光网建设现状与设计方案

1. 校园网建设现状

沈阳建筑大学现有网络建于 2002 年,采用了当时主流的百兆网线作为传输介质。随着 20 余年的使用,原有网线已经出现严重老化问题,随着金属的氧化,多数网线已经出现掉速的问题,在高并发情况下经常出现接入网速较低、网络不稳定的现象,在一定程度上影响了师生的日常办公和教学活动的开展。

沈阳建筑大学的无线网络仅覆盖了部分区域(办公楼、图书馆、长廊),大部分设备于 2012 年投入使用,因年限过久,出现了设备损坏和配套设备停产等情况,同时在使用设备也随着使用时间的增加而故障率攀升。

2. 校园网建设需求

随着信息技术的发展及教育新基建的建设进程的推进,高校的场景需求逐步发生了改变^[12],智慧教室、VR 教学、云应用、移动办公等陆续上线,对校园网提出了更高的要求,具体包括以下 5 个方面。

教学需求。现代教学业务更加注重交互性,智慧教室、VR 教学等改变了教学的体验,课上、课下师生之间的沟通交流愈发重要。课上大学生通过手机、平板等智能终端可以与教师实时进行信息互动,如教学时制作的视频,课上完成的建筑设计图等,丰富的教学场景对校园网无线接入能力提出了新的要求。对于依赖实操的课程,通过 VR 教学可以让大学生更有体验感,VR 设备高清晰度的画面对教室网络带宽的要求更高,需要将入室有线带宽提高至万兆水平才能满足需求。

办公需求。传统的办公依赖个人计算机和有线网络,随着移动智能终端的发展和云技术的普及应用,移动办公拥有更加方便快捷

捷的优势,利用无线网络移动办公随时访问校内云文档、云应用,实现了高效办公、高效协作。

科研需求。随着物联网技术的发展,科研设备的联网管理已成为现实,依靠网络可实现科研设备的远程启动、远程操作、远程维护,在高效管理科研资产的同时,也保证了科研项目的顺利进行。

场馆需求。校史馆、博物馆、图书馆等功能性场馆,通过网络设备也能增加互动性,如在博物馆、校史馆内增加VR体验设备,让大学生更好地了解学校的历史发展进程,校史馆直播可以增加外界对学校的了解,提高学校的知名度;使用智能图书馆系统可以减少图书馆的人力物力投入,进而提高图书馆的服务效率。

运维管理需求。网络系统和业务系统的正常运行对一所学校的业务开展具有重要意义,信息化建设要立足于技术层面的保障和管理层面的监控,从而改变现有的运维模式,结束被动的运维策略,并对网络和系统故障提前预知、提前防范,在故障出现时第一时间快速反应、迅速定位。此外,需对技术工具进行完善,提升运维人员的技术能力以更好地保障网络环境和业务系统安全、稳定运行。

综合沈阳建筑大学现有网络情况,结合目前高校教学应用的发展,改善校园网络传输介质,提高校园网络的接入能力、传输带宽和扩展能力,为学校教学、办公、科研等需求提供有效的网络支撑,已成为越来越迫切解决的课题。研究通过规划设计全光校园网来解决这一系列问题。

3. 沈阳建筑大学全光校园网设计方案

(1) 设计原则

无线网络设计原则:全网无线设备光纤链路连接采取先进的IEEE 802.11ax无线技术标准,无线设备供电采取集中供电的模式,便于管理和维护;宿舍场景、办公室、工作间等采取有线无线一体化的设计原则。

有线网络设计原则:全网有线设备光纤链路连接光纤入室。宿舍场景与入室无线接

入点(Access Point, AP)一体化部署。为办公区域房间单独部署光纤,接入交换机入室部署支持以太网供电对外供电,入室交换机上联带宽至万兆接入水平;支持IPv6并与学校现有IPv6认证系统兼容。

系统经济性:充分利用现在有网络设备,如各级交换机、出口路由器以及防火墙、行为管理等设备,力求使新投入设备与原有系统之间具有良好的兼容性。

(2) 场景化网络设计

对于空间较为紧凑的场景,如学生宿舍和行政办公室,可采用场景化网络设计。

学生宿舍是大学生重要的活动场所,在教育信息化进程中,越来越多的学习、生活场景都需要网络的支持,学校以建筑类专业为特色,大学生经常用到Photoshop、CAD、3D MAX、VRAY、PKPM等工具软件,大学生通过校园网访问校内学习资源,可以提升个人技能水平,从而实现“时时可学,处处能学”的目标,因此,学生宿舍场景拥有一个流畅的无线网络环境是必要的。通过在宿舍内部署IEEE 802.11ax无线AP,可方便学生在校内访问学习资源。但当宿舍所有人在同一时间内上网时,宿舍区域的终端种类增多、并发终端数量变大,就会出现干扰较为严重的情况。随着大学生对网络质量和网络流量的要求越来越高,校园网需要满足无线信号的全覆盖,同时提供优质的上网体验。

行政人员办公经常面临工位频繁更换,信息点位不固定的情况。当端口不够用的时候就只能使用简易的网络交换设备级联拓展,存在发生环路而引发网络运行不稳定的风险。行政人员办公室通常部署在每个楼层的末端,当这类办公室距离弱电间距离超过100m时,就会造成布线困难。同时,这类办公室要求施工尽可能缩短工期且室内设备美观。此外,这类空间的办公网设备线路难以频繁改造,布线施工成难题。因此,在办公室里除了需要满足高带宽要求外,还需要重点考虑数据共享,行政人员会使用网上邻居进行数据共享、跨房间输出设备共享等业务,所

以,在办公网络的设计规划中需要考虑业务隔离和共享功能。这类校园网络应采取有线与无线一体化部署,使用面板 AP,一个设备同时满足有线、无线应用,下联 4 电口面板 AP,设备上联 2.5 G 光口,单机支持双频 4 条空间流,最大接入速率 2.97 G,既满足了行政人员无线网络的需求,又满足了他们办公用机的有线网络需求。

对于空间较为空旷且流动人群较多的场景,比如室内公共区域,该场景需要稳定的无线网络覆盖。一个良好的室内无线网络环境能够帮助师生在室内移动时实现无感知漫游,同时还能提升其无线网络体验感。

(3) 校园网安全设计

终端安全。手机、台式电脑、笔记本电脑等师生办公学习终端,打印机、刷卡器、监控设备等哑终端,电子班牌、智慧大屏、数字图书馆等公共上网终端,这些校园各类型的业务终端呈现激增趋势。在传统网络环境中,使物联网终端上线的过程繁琐且效率低下,除了 IP 申请、查找端口、划分 VLAN 业务等,还包括配置访问策略及上线联调,这些都会影响网络的运行速度。另外,在传统网络环境下,物联网终端的安全管理需要手动搜集 MAC 地址,随后基于端口和 MAC 进行绑定。如果将哑终端设置为免认证终端,这样就会存在用户私接入网、不合法终端也能直接入网以及网络易被攻击、数据易被泄露的风险。校园物联网需要一个支持终端快速上线、安全隔离以及人、物共用的易于维护的网络。

内网安全。当前,网络与信息安全领域正面临全新的挑战。首先,随着大数据和云计算技术的兴起,安全问题正逐渐演变为大数据问题。在高校校园网络和信息系统中,安全数据每天都在不断生成,且生成速度不断加快。其次,校园网络空间安全面临严峻的形势,其遭受的攻击和威胁变得日益复杂多变。这些威胁极具隐蔽性、潜伏期较长且具有持续性。通过使用代理网关可以有效地解决上述问题,并且能够方便师生在代理服务器上对网络内部的计算机访问外部网络进

行限制。在代理服务器两端采用不同协议标准,可以阻止外界非法访问的入侵,进而保证网络的安全性。

随着信息化的发展,基于大数据分析、自主可控和安全管理需要,传统运营商承建网络的方式已无法满足需求,更多的学校倾向于按照本校的校园网建设标准搭建内部网络,以便统一管理和数据共享,但采用引进出口大带宽的方式又将产生巨额资金投入,面对庞大的资金缺口,更多的学校开始采用开放合作的方式,通过与多方运营商进行合作来提供更大的带宽和更灵活的资费标准供学生自由选择。

三、沈阳建筑大学全光网应用成效及价值

以太全光网络,即以光纤作为传播介质,通过光纤入室的部署方式,结合以太网的架构、组网所构成的网络。该网络的特点是将有源接入交换机从楼层弱电井释放出来,通过光纤入室将全光接入交换机部署在每个房间里,房间内的全光接入交换机与核心或者汇聚交换机的全链路光纤连接,新增信息点位可以从房间光交换机就近接入,提升扩展效率,同时做到真正的 1:1 万兆/千兆入室。以太全光校园解决方案可以覆盖校园网络的接入层、汇聚/核心层和管理层,沈阳建筑大学校园网络整体拓扑结构如图 1 所示。

1. 全光校园网应用设计

沈阳建筑大学全光校园网络建设工程主要实现对学校新建的 4 所研究生宿舍有线、无线网络一体化全覆盖。拓扑结构分为 4 层:核心交换机层、无线汇聚层、光电交换机层和光微 AP 层。

该方案整体采用点对点的光电混合缆供电方式,通过无线光主机、光电混合理线盒、光电混合缆适配场景化高性能光微 AP,满足无线全场景覆盖(见图 2)。

在新建宿舍楼接入机房内部署无线供电主机,此设备同时具备 2.5 G 光口、DC 供电接口,可通过光电混合缆将直流电和光纤网

络信号点对点的传输到无线 AP;室内部署无线面板 AP,面板 AP 内置上行 2.5G 光口、下行 4 千兆电口,同时满足学生宿舍有线、无线的用网需求。

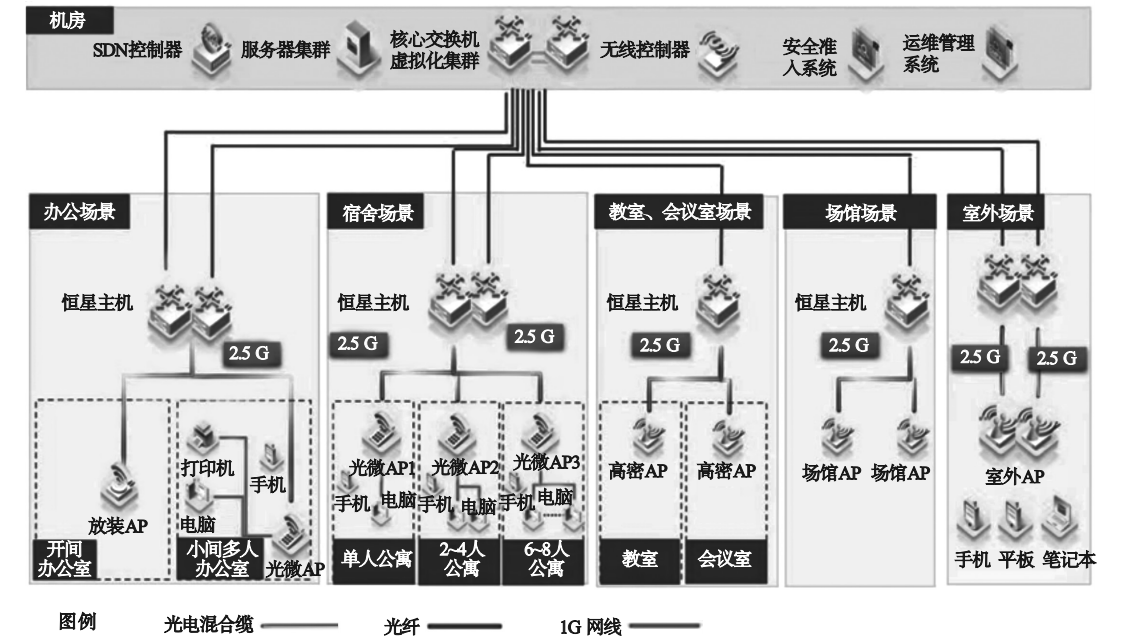


图 1 沈阳建筑大学校园网络整体拓扑结构

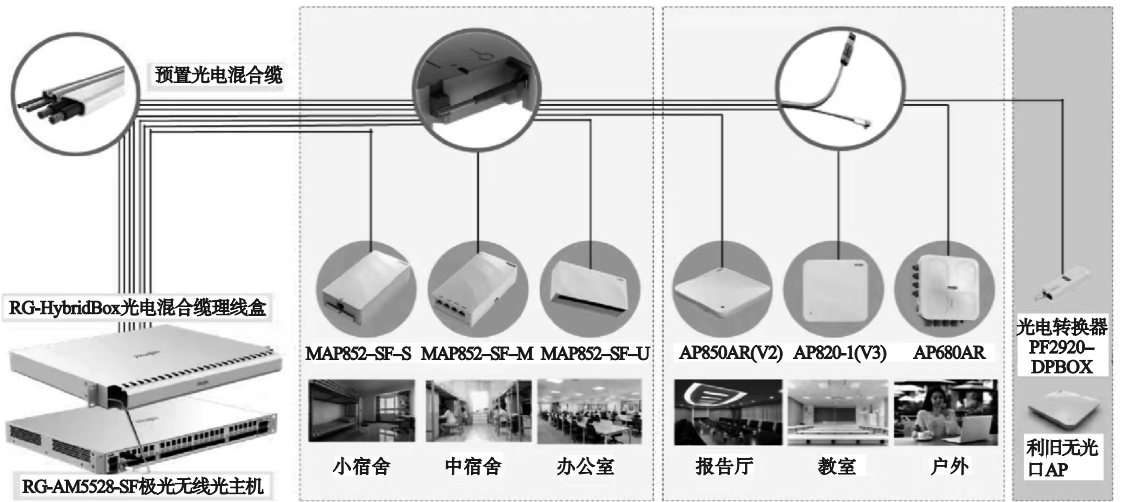


图 2 沈阳建筑大学无线网络设计方案

在宿舍楼东侧一楼汇聚机房部署汇聚交换机,下联各个楼层无线供电主机,上联到核心交换机并接入学校现有网络。

首先通过 SDN 的控制器对前端多口以太全光入室交换机进行入网管理;然后 SDN 的控制器对前端交换机进行配置下发、自动化运维、光链路检测、防环路等功能;再通过 SDN 的控制器和校园集中承载网关的配合,进行多业务子网融合承载与互访可视化控制

与管理,实现物理网络虚拟化设计。

2. 全光校园网项目的应用成效

沈阳建筑大学全光校园网建设项目整体实现了一个高效、安全、绿色、开放的网络,实现了有线、无线网络全覆盖光网络部署以及运维管理平台升级。

(1)有线网络灵活扩展

入室 AP 自带 4 个千兆 LAN 口,满足千兆到桌面的网络接入要求,大学生可以通过

使用无线面板 AP 千兆端口实现有线连接。

(2)无线网络高速接入

此次设计的无线设备支持 IEEE 802.11. ax 协议,有线上联接口为 2.5 G 电口,满足 IEEE 802.11. ax 的 AP 接入需求,通过释放无线性能,满足学校无线接入需求。

(3)有线无线统一建设

有线无线网络统一部署、统一建设、统一管理,通过一次建设解决有线、无线网络需求。

(4)兼容性强,便于管理

采用成熟以太网协议,支持二层广播和组播流量,使广播示教、无线投屏、打印设备共享、文件共享等业务更加流畅;解决了云机房、计算机机房、镜像设备等的带宽瓶颈问题,更好地支撑了教学办公等服务。

(5)校园运维高效管理

沈阳建筑大学网络建设中接入设备实现了模板化处理,支持入室接入交换机的即插即用,消除了人为因素。通过可视化提升运行效率,提升信息化体验。此外,接入设备也实现了模板化配置,避免了接口连接错误的问题。

研究项目中的智能运维管理系统功能架构由服务层、应用层和触达层 3 部分构成。服务层由分布式采控中心、复合型数据中心、智能计算中心和场景速搭中心组成;应用层由业务监控、健康检查、运维工具、全域资源监控和运营服务管理组成;触达层由工作门户、运营辅助决策等组成。

3. 全光校园网项目的应用价值

(1)供电更安全

通过光电混合缆点对点进行供电,这种方法在供电方面具有更高的安全性。由于中间没有其他节点,即使一路发生短路也不会对其他链路产生负面影响。与本地供电相比,这种方式避免了强电改造、用电协商、频繁上下电以及设备寿命减短等问题。

供电传输距离更远。通过光电混合缆供电,传输距离最远可达 1.65 km,远超过传统网线的限制,其优势在于可以将无线主机方

便地集中部署在一个楼栋的弱电间,便于运维。此外,室外 AP 也可以按照更优越的位置进行部署,增强了整体网络的性能的同时,增大了网络覆盖范围。

(2)拓展更广

IEEE 802.11. ax 性能得以释放。传统 1 G 上联 IEEE 802.11. ax AP,因为上联口 1 G 速率太小而影响了设备性能发挥,无线星空方案恒星主机和行星 AP 支持 2.5 G 通讯,充分释放了 IEEE 802.11. ax 设备性能。

多端口的有线无线一体化覆盖。对于宿舍、办公、教学等有线无线一体化覆盖场景做了更深入支持,行星 AP 支持下联 1 个千兆 LAN 口、4 个千兆 LAN 口、8 个千兆 LAN 口,师生可按需选择,6~8 人宿舍也可以每人拥有一个有线网口。

全场景无线建设方案能够充分利用旧有 AP。该方案通过 4 种方式支持所有场景 AP,实现了校园全场景的无线覆盖,并且该方案也支持旧设备使用,避免了重复投资建设。

(3)运维更易

通过无线网优平台,实时掌握学校整体无线使用情况,可以快速定位无线问题并做出网络优化。远程可视化操作运维无忧,无线网络组件能够通过可视化技术掌握无线设备的运行状态、端口状态、链路状态。

四、结 语

随着高校教育信息化工作不断推进,智慧校园发展给校园网的运营带来了新的挑战,全光网组网应用将以其独特优势在各大高校校园组网中得到普遍应用。在全光网设计方案中,结合沈阳建筑大学的网络现状和未来发展需求,通过全光网组网的实施,有效提升了校园互联网的实用性和安全性。通过采用流量控制手段,加强了各场景的安全性。在沈阳建筑大学全光宿舍网的实际实施案例中,通过根据高校各个场景接入点的需求和未來扩展的潜力,精心部署网络设备,以满足当前师生信息化需求,同时为未来的扩展预

留了空间。借助网管平台对光链路的有效管理,全光网实现了校园网络的高效运维。

参考文献:

- [1] 李锴淞.多终端场景下智慧教室全光校园网设计方案[J].网络安全技术与应用,2021(12):88-89.
- [2] 余少华,何炜.光纤通信技术发展综述[J].中国科学:信息科学,2020,50(9):1361-1376.
- [3] 武亦农,舒天忙,许健.为绿色智能建筑创新的极简以太全光解决方案[J].智能建筑,2021(6):42-45.
- [4] 黄拓.数字化校园网络安全现状及对策研究[J].电子元器件与信息技术,2022,6(8):224-227.
- [5] 晁杰,葛广洲,杨光.关于智慧校园全光网建设的探讨与应用[J].中国有线电视,2022(7):49-52.
- [6] 陈思.新一代校园网的SDN研究[J].现代信

息科技,2019,3(2):58-59.

- [7] 刘家乐,何振华,周兴旺.基于以太全光网技术的高校校园网建设方案设计[J].信息技术与信息化,2022(9):214-216.
- [8] 张国才.无线AP在校园网中的应用与部署[J].山西电子技术,2022(5):54-55.
- [9] 孙海华.智慧教室背景下极简以太全光网的建设与研究[J].长江信息通信,2022,35(1):112-114.
- [10] 张海平.某高校新一代万兆以太光网融合建设方案的研究[J].通信与信息技术,2022(5):56-58.
- [11] 邱照.全光网络技术科普与应用探讨:以办公楼宇全光网方案设计为例[J].科技视界,2022(33):24-27.
- [12] 牛思琦,马健.高校教育信息化建设水平评价指标体系构建研究[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2022,24(4):422-426.

Research and Application of the Construction Project of All-Optical Campus Network in Universities: Taking Shenyang Jianzhu University as an Example

NIU Zhicheng¹, ZHU Huijie¹, GAO Chunyang¹, HANG Fan²

(1. Information Construction Office, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. School of Computer Science and Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: With the increasing demand of university teachers and students for the use of information technology, campus network is more and more favored by teachers and students. The use of campus network can provide high-quality information for teachers and students, so as to meet their office and study needs. In order to further promote the construction of information network in colleges and universities, aiming at the problems of traditional campus network, the advantages of Ethernet all-optical network technology are displayed, and the construction of all-optical campus network based on minimalist Ethernet all-optical network technology is discussed. Taking the construction of all-optical campus network of Shenyang Jianzhu University as an example, according to the actual network application needs of all teachers and students in the university, the all-optical campus network construction project is constructed, the campus core area network topology is drawn, the content of the all-optical network construction project is designed, and the application effect of the all-optical dormitory network construction project is mainly shown.

Key words: campus network; all-optical network; university information; topology structure

(责任编辑:王丽娜 英文审校:林 昊)