

# 基于 ENSP 的中学网络规划研究与设计

文 | 林宜锋

**摘要:** 随着现代信息技术的不断进步,目前国内中学信息化程度越来越高,但国内中学的网络规划设计水平却显得参差不齐,甚至老旧古板,因此,研究中学现代技术网络规划显得很有必要。本文章以广东某中学为例,从基础建设开始设计网络,同时结合目前市面上的技术,尝试在 ENSP 模拟器上实现网络规划技术部署。本文对某中学校园网络进行了重新规划,主要使用 MSTP+VRRP 技术进行逻辑网络线路冗余以及主备核心设置,保证校园网络的稳定性,MSTP+VRRP 是目前网络设计中较为稳定的一种核心做法,经过多种测试是可以确定它的可靠性的。本文在校园网络原有的基础上,针对网络需求进行相应的规划与设计,对 MSTP+VRRP 组网技术、无线信号覆盖校园、OSPF 协议、Python 自动化编程实现设备运维等技术进行规划设计和相应的叙述,同时对网络规划设计用 ENSP 模拟器进行测试,并确定所规划设计的校园网络的可行性。

**关键词:** 规划与设计; MSTP+VRRP; 无线; Python 自动化编程

## 一、研究背景及意义

### (一) 研究背景

近年来,随着时代发展进步,目前国内中学信息化程度越来越高,但国内中学的网络规划设计水平却显得参差不齐,甚至老旧古板,因此,研究中学现代制式网络规划显得很有必要。同时学校的网络多媒体技术逐渐

多样化,不少学校都提出建立智慧校园的打算,要想建立拥有完备功能的智慧校园,那就必须要做好学校的基础网络规划和应用。

国内某中学建立历史悠久,在 1905 年便已有雏形,现属广东省重点一级学校、国家级示范性高中,到 2018 年为止,已经有 58 个教学班,同时在校学生人数有

林宜锋(1996.07-),男,汉族,广东茂名,本科(硕士在读),中级网络工程师,高校科研助理,研究方向:网络工程,学校教育。

(上接第 22 页)  
字化提供新的能力。

## 六、结束语

无人机作为 5G 网络最先应用的几大行业之一,能够面向运营商的综合网络优化解决方案,应用于基站、杆路、信号测试等多种场景,提供多样化、智能化的能力,通过全方位的数据管理,使网络优化便捷化、智能化。5G 网联无人机应用以智能化网络优化为切入点,通过数据和智能化技术为产业赋能,发掘网络优化更多的可

能性,以高精度的自动化数据采集代替传统粗糙的人工巡检,全面提高网络质量,降低网络运营成本提高网络质量,助力构架数字新基建、新网络,响应网络强国建设的号召,为新时代网络通信事业的发展做出贡献。

**作者单位:** 孙磊 杨晰 陈国伟 中国移动通信集团  
云南有限公司  
柏林岑 王海泉 北京航空航天大学 软件学院  
唐修博 北京航空航天大学云南创新研究院

## 参 考 文 献

- [1] 严斌峰,袁晓静,胡博.5G 技术发展与行业应用探讨[J].中兴通讯技术,2019,25(06):34-41.
- [2] 石静静,宋旭光,梁冰,张丹.空天地一体化在 5G+ 垂直行业中的应用研究[J].长江信息通信,2021,34(02):217-219.
- [3] 李磊,熊涛,胡湘阳.浅论无人机应用领域及前景[J].地理空间信息,201908(5):7-9.
- [4] 付康,王清府,张磊.无人机在网络通信优化维护工作中的研究[J].移动通信,2017(10).
- [5] 卢洪涛,陈玥.基于无人机技术的 5G 基站巡检方案[J].广东通信技术,2018(04).
- [6] Stupina A, Zhukov E A, Ezhemanskaya S N, et al. Question-answering system[J]. Iop Conference, 2016, 155:012024.
- [7] Holger Knoche, Wilhelm Hasselbring. Using Microservices for Legacy Software Modernization[J]. IEEE Software, 2018, 35(3).
- [8] Canziani A, Paszke A, Culurciello E. An Analysis of Deep Neural Network Models for Practical Applications[J]. 2016.
- [9] Bochkovskiy A, Wang C Y, Liao H Y M. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection[J]. arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020.
- [10] Huang X, Wang X, Lv W, et al. PP-YOLOv2: A Practical Object Detector[J]. arXiv preprint arXiv:2104.10419, 2021.

3200 余人, 教职人员 223 余人, 专任教师 200 人左右(其中包括硕士研究生 14 人, 高级教师 68 人等等), 对于这样一间致力于高教学水平、强师资力量学校, 学校教育也要随着时代的进步来革新, 黑板时代逐渐被网络多媒体取代, 所以, 发展学校网络化技术是相当必要的。

但是, 学校作为这样一个特殊的单位, 却常会出现网络拥堵、考卷泄露、设备配置麻烦、网络出口困难等问题。要解决这些问题, 归根到底就是网络规划与应用前期不合理, 所以在建设和搭建校园网络前, 需要对其问题和需求进行分析, 还要考虑到学校的智能化设计不同于一般的办公楼及居民楼建筑, 而是有其特殊的要求。所以这个某中学网络规划应用需要保证其实用性和经济性、先进性和开放性、可靠性和稳定性、安全性和保密性、可扩展性和易维护性。

### (二) 研究意义

本校园网络设计考虑到现时代的教学需与多媒体和网络进行结合, 粉笔黑板的时代已逐渐远去, 所以保持校园网络畅通是非常重要且关键的。本设计用到三层网络架构模型(接入层、汇聚层、核心层), 对整体网络进行分层规划, 使网络架构规范完整, 减少原本旧的网络设备搭建混乱问题; 用 MSTP+VRRP 进行交换机和路由进行备份冗余等, 增加校园网络稳定性和冗余性, 提高容错率, 网络教学及学习上网不会因为一个核心损坏而受到影响; 通过有线与无线的组网方式可以使得教师和学生在校内各个区域上网得到保障, 减少了铺线埋线的工作量; 配置相应的 http 服务器, 使校外也可以了解到校内的教学情况和下载相应的教学资料, 摆脱了学校与家长信息不对称的问题, 并且学校能更好地进行招生和宣传; 行政区也实现安全配置, 使学校电子资料财产

得到保障; 通过 Python 编程使得网络运维更为自动方便, 缓解了网络管理员的压力的同时还提升了校园网络的稳定性。学校是我们国家培养人才的重要资源基地, 它也正处于影响整个社会变革的一个重要地位中, 因此, 我们要保证校园网络规划应用的稳定与安全, 使学校教育走向时代前线。

## 二、现状分析

### (一) 国外校园网建设现状

21 世纪以来, 西方发达国家基本上在校园网络的相关硬件和软件设备上实现了多媒体化, 并且搭建了相应的网络学习环境, 成熟的校园网络架构更是有力地推动了西方发达国家教育的发展。国外校园网络建设在建设初期就考虑到了现场设备维护困难, 网络安全, 学生网络空间学习的问题, 所以设备都配备了远程配置的 Telnet 技术; 建设初期还会通过配置传感器用来构建传感物联的可监控校园, 搭建 ACL 安全策略; 除此之外, 某些国家还很注重培养学生交流氛围, 比如日本广岛大学通过无线联网技术, 构建了相应的无线考勤系统和信息资源有效共享, 不但培养学生积极讨论学习的氛围, 还提供了自由发表个人看法的平台。

### (二) 国内校园网络建设现状

目前, 国内校园基本上已经构建了较为完善的网络架构, 有线 + 无线的校园网络覆盖使校园绝大多数区域都可以收到网络信号, 同时也还在不断扩大网络的承载能力和网络的覆盖范围, 特别是受到 2020 年疫情影响, 国内线上教育设备不断更新, 国内校园网和计算机通信局域网一般都普及使用 100M/1000M 以太网链路, 还有高效方便的 OA 办公系统、学生管理、无线校园连接、远程管理等。

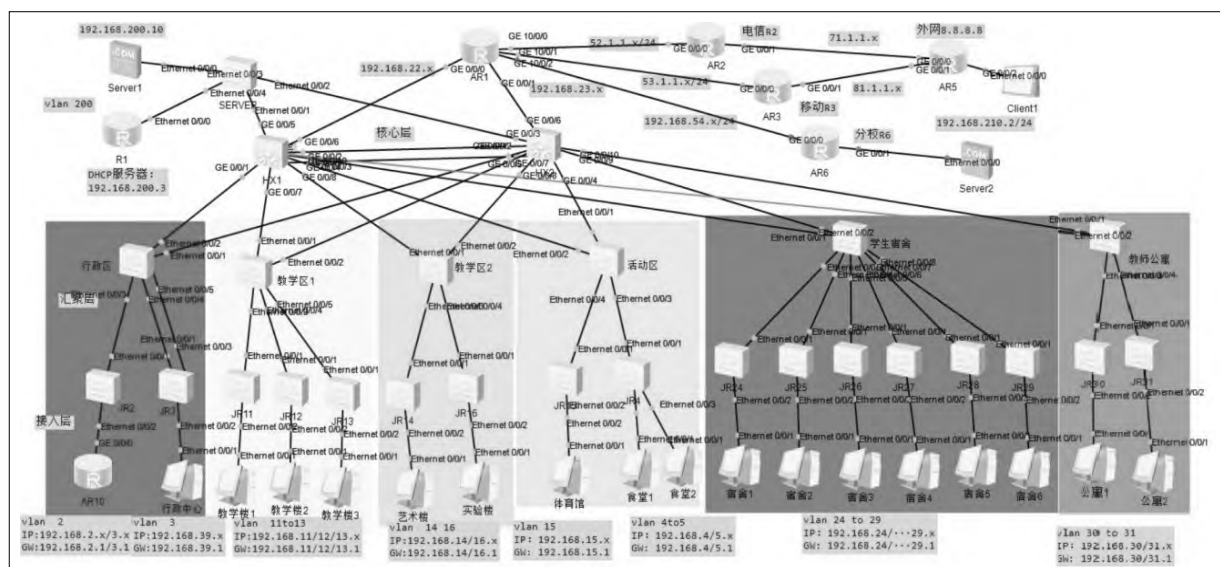


图 1 校园网拓扑结构图

### 三、需求分析及相应技术应用

#### (一) 理论以及技术分析

某中学作为国家重点一级学校,同时也是地区示范性中学,校内拥有一套完备的校园网是很有必要的,所以我主要是为某中学的校内设施设置一套较为完备的网络拓扑以及各校内建筑的网络线路走向以及必要的冗余技术设计等,还有出口外网的设计。同时在校内网络组建过程中,需要考虑到网络拓扑结构、校园网 IP 规划、MSTP+VRRP 配置、ACL 安全策略技术、OSPF 和静态路由配置、DHCP 动态配置、SSH 远程登录等技术的应用,同时分析三层网络架构的系统模型,将技术放在合适的层次结构上,使各项技术得到充分的应用与实现。

#### (二) 校区网络覆盖区域分析

校区分布信息点的区域主要有教学楼、艺术楼、实验楼、图书馆、信息中心、行政楼、体育馆、食堂、学生宿舍及教师公寓。教学楼一共有 3 栋,艺术楼、实验楼和教学楼大致相同,总共 5 栋,每栋 4 层,每层楼有 6 间教室和两间办公室,每个教室需要两个信息点以满足日常教学。而教师办公室可以容纳 6-8 名老师及办公人员,则至少需要 16 个信息点以达到网络冗余要求。

图书馆则有 3 层,每层除了图书室外还配置有两间电子阅览室,每个电子阅览室有 52 台终端设备,则每间阅览室至少需要 56 个信息点,另外每层还有一间教师办公室,每个办公室需要 6 个信息点。

信息中心共有 4 层,除了 3 楼作为网络中心核心机房,需要 15 个信息点,其他楼层需要配置 4 间多媒体教室和一间录播室负责平时的多媒体教学,多媒体教室有 46 台终端,至少需要 50 个信息点、而录播室需要 6 个信息点则可以满足日常教学。

行政楼主要负责学校的行政工作及重要事项安排,对网络的速率和安全要求较高,所以这栋楼在校园网络规划中会设置出口在另一个运营商上,搭建城域网,这样可以较大程度上保证行政楼的办公需求,同时多样化行政楼提供服务,如召开语音、视频会议、传输教育部门数据等。行政楼一共有四层,每层 9 个办公室和一个会议室,9 个办公室共分配信息点 75 个,会议室分配信息点 15 个。

体育馆建筑面积较大,主要使用无线 AP 技术提供在馆人士上网,除了必要的舞台设置和办公设置,信息点需求不大,分配 15 个即可。

食堂有两栋,每栋一层,主要用于传输饭卡充值、食品管理等数据,每个食堂有两个办公室,每个办公室 10 个信息点。

学生宿舍共有 6 栋,每栋宿舍楼有 6 层楼,每层楼

有 10 间宿舍,每间宿舍居住 6 名学生,由于学校管理需要,宿舍楼不分配信息点给学生上网,有必要可通过无线 AP 管理上网,同时无线 AP 需要在每间宿舍门前安装一个,需要一个信息点,所以每栋楼 60 个信息点。

教师公寓共有 2 栋,每栋楼有 7 层楼,每层楼有 8 个房间,每个房间居住一人,分配一个信息点。

#### (三) 校园网络需求技术实现

##### 1. VLAN 规划

VLAN, 全称 Virtual Local Area NetWork, 中文一般称为虚拟局域网。VLAN 的作用是用来隔离广播域,可以减少网络的开销、有效防止局域网攻击的蔓延及配置访问控制。传统网络上如果客户想移动网络设备的位置,需要在不同的 LAN 上实现不同的物理配置,不方便且有隐患。而 VLAN 是虚拟的逻辑网络,可以将不同的物理设备放在同一个网络上,并且通过划分不同的广播域实现二层隔离,这样不但可以方便管理,还能实现简方便的安全管理,如果不同 VLAN 间想互通,还能通过三层路由功能实现 VLAN 间互通,灵活地构建虚拟工作组,所以使用 vlan 技术可以简化网络管理和提高网络安全性。所以如果一个学校内部一般都是运行比较大的局域网, VLAN 的作用是可以隔离冲突域和广播域,避免校内局域网产生网络风暴,并且用 VLAN 对校内各个区域进行 VLAN 区域划分也有利于以后的区域网络维护,当需要对校内区域网络进行切换时,只需更改交换机的 VLAN 划分,不用更换端口和连线。校内网络更稳定的同时也大大减少了网络维护的成本。

##### 2. Eth-trunk 链路聚合

以太网链路聚合 Eth-Trunk 简称为链路聚合,链路聚合的意思就是将多条以太网物理链路(Eth-Trunk 只能由以太网链路形成)捆绑成一条逻辑链路,从而增加链路带宽的同时也提高了链路的可靠性。

学校的行政处是学校资料存放的地方,并且无论是资料上传和下载都需要比较大的带宽和稳定安全冗余性,所以要利用 Eth-trunk 进行增加带宽和冗余安全。

Eth-Trunk 链路聚合技术主要有三大优势:一是增加带宽,链路聚合接口的最大带宽可以容纳成员物理链路加起来的最大带宽。如两个设备之间两条 100Mbit/s 的链路通过链路聚合成逻辑接口,可以达到 200Mbit/s 的逻辑线路。二是提高链路可靠性,当某条活动链路出现故障时,流量可以切换到其他活动链路上继续运行,从而提高了链路的可靠性。三是实现负载分担,在一个链路聚合组内,可以实现流量在各成员链路运行,从而达到流量负载分担的目的。Eth-trunk 分为手工模式链路聚合和 LACP 模式链路聚合, LACP 模式链路聚合需要设备支持 LACP 协议才能运行,同时 LACP 模式可以在

聚合条件发生变化时实现自动调整和解散链路聚合。在校园网络规划中可以对行政楼、信息中心等重要区域设置 Eth-trunk 链路聚合技术,同时配置 Vlan access trunk 接口,两台核心交换机之间配置链路捆绑。

### 3. MSTP+VRRP 技术应用

由于校园网拓扑牵涉到多个交换机和路由器的配线连接,为了防止出现网络环路,还需要对各个区域进行 MSTP+VRRP 配置。STP (生成树) 技术,而普通的 STP 是一个相对老旧的标准,而由 STP 衍生出来或者说基于 STP 优化的技术有 RSTP (快速生成树)、MSTP (多生成树) 就是现在园区组网所用比较多的生成树技术,同时 STP 及 RSTP 都兼容于 MSTP, MSTP 能兼容 STP 及 RSTP,并且在这个协议中,生成树不是基于 VLAN 运行的,而是根据 instance (实例) 运行的,当交换机运行这种生成树协议后,它会根据 instance 单独计算一颗生成树,而一个 instance 可以包含多个 VLAN,因此,就可以达到降低设备资源消耗和极大程度上防止网络环路的目的。

VRRP (虚拟路由器冗余协议)。多台同属一个广播域的网络设备能够协同工作靠的便是这种协议,通过协议可以实现设备冗余,从而使网络的可靠性得到提高。当某一台网关设备 (如 R1) 或者出口路由设备发生故障时,通过 VRRP 协议的工作,使得另一台网关设备 (如 R2) 能够感知到 R1 的故障,并自己从备份路由设备切换到主路由设备,而且在整个 VRRP 切换过程中,用户是无感知无延迟的,主机端 PC 也不需要做任何的配置变更。

MSTP+VRRP 配置可以实现流量负载均衡和网络冗余,在这个基础上还可以配置 STP 相关的优化技术加快 STP 收敛,达到减少 STP 震荡的目的。

### 4. OSPF 和静态路由技术的应用分析

一个校园网的路由也是错综复杂的,一个中大型网络规划不但要实现上网基本需求,还要考虑到后期维护的成本控制,那样就需要对网络拓扑进行分区域管理,而关于路由设计协议有 RIP (距离矢量路由协议)、OSPF (链路状态路由协议)。而 RIP 会周期性泛洪自己的路由表,每台路由器只能从相邻的路由器学习路由并加载进自己的路由表,问题是它们并不能清楚网络的拓扑结构,这对后期的工程优化和维护造成一定的影响。所以我会在这次网络规划应用中采用 OSPF (链路状态路由协议),运行 OSPF 的路由器之间会建立邻居关系,并且开始交互链路状态 (LS),就好像每台路由器都产生一个描述自己家门口情况的公告。这样就可以对整个网络拓扑的路由规划有了整体的认识,并有利于后期的维护与优化。本课题使用 OSPF 单区域进行校园局域网

配置,因为校园路由器并不算多,骨干域并不会过大,多区域的虚链路连接也并不稳定,单区域的路由维护也相对方便简单。

### 5. DHCP 分配 IP

一个校园内的终端上网需要 IP 地址,但以往的手动分配地址不仅麻烦,而且如果是稍大点的网络如果要一个个手动配置 IP 地址也不现实,所以使用 DHCP 动态 IP 分配技术,可以对规定区域内进行统一的 IP 地址规划及分配,大大减少了网络管理员的工作量,并且使得校园网络更好地得到维护。设计好校园网各区域的子网划分后,就对用户采用动态获取 IP 地址和静态 IP 设置,并配置好相关的 DHCP 安全技术,如 DHCP snooping 技术,在接入层配置学校的 DHCP 服务器为信任的服务器,这样就可以避免其他非法的 DHCP 分发地址让终端收到非法的 IP 地址导致网络中断。

### 6. NAT 出口

校园上网,就必须实现内网到外网的通信。我们上网一般都是通过 IPV4 协议分配的公网地址进行互联网的连通,但 IPV4 协议能提供给客户的 IP 地址已经是捉襟见肘了,为此人们研究出一种技术来缓解 IPV4 地址不够的技术——NAT 技术。NAT 是一种网络转换技术,通常布置在出口网关上,通过将内部网络 IP 地址替换成出口的 IP 地址可以使不能通外网的内部的网络访问外部网络,换句话说就是在出口网络上将私网地址转换成公网地址,已达到人们上网的需求。

通俗的用户上网,首先要进行对外访问,到达外网的一般都是我们网络拓扑里的出口设备发起的对外访问请求,当对外访问请求到达目标后,被请求的服务端就会响应 Internet 来时的出口网关。出口网关收到回应,就会将外网的目的地址替换成私网的源主机地址,私网的源主机地址可以在内网进行报文传输。这样就可以做到私网终端主机对外部网络服务端的交换传输响应,并且切换时间非常快,可以做到无感知切换完成。根据这种技术,校园的大量内部终端就可以在没有公有 IP 地址只有私网 IP 的情况下做到转换对外访问了。

### 7. SSH 协议远程登录

一般我们远程登录需要用到两个协议:Telnet 协议和 ssh 协议。其中 Telnet 协议是明文传送,ssh 是支持压缩及其加密的。从安全性来说,SSH 无疑是更深一筹。

SSH 加密算法包括数据加密标准 (DES),三重 DES (3DES),Blowfish,可以通过数字证书将认证客户端和服务端连接起来。通过给交换机、路由器配备相应的 ssh 配置代码,便可在远程用 CRT 软件或者 Xshell 等进行远程登录,有效缩短运维空间距离,并且通过使用 SSH 可以把传输数据进行加密,不但有效防止 DNS

和 IP 欺骗,还能防止“中间人攻击”。

### 8. ACL 安全策略进行流量管理

ACL 安全策略技术的应用必要:由于校园网的很多业务都需要保密性,如考卷编排、行政、财政等部门的报文就需要很高的安全保密性,所以需要配置 ACL 安全策略对路由信息进行过滤、属性设置的操作,并通过对路由的控制,影响数据流量转发操作,可以达到保密性的目的。由于 ACL 只需在路由器上配置,学校的网络需求还是保持网络和数据“通”,而防火墙是保证任何非允许的数据包“不通”。而且学校与企业不同,一般很少有专门的人员维护防火墙和划分区域,学校资料安全访问用路由器配置相应的 ACL,并在后续进行需要的禁用允许即可,相对于专门的防火墙设置,根据学校需求用 ACL 策略更为适合。

### 9. 无线技术应用

无线保真(WIFI, Wireless Fidelity),当今使用最广的无线网络传输技术,通过将有线网络信号转换成无线网络信号,突破了物理空间的限制,同时极大地简化了线路铺设、空间布置、线路场地的规划,使得人们上网的空间和可选择性得到了前所未有的提高。

无线上网布置方案有 FAT/FIT AP 两种(也就是俗称胖/瘦 AP),而 FIT AP 在网络中只是一个被管理的角色,是无线网络的延伸线,其中无论是胖 AP 和瘦 AP,都大致可以发射 2.4G 和 5G 的无线频率信号,2.4G 频率信号根据协议 802.11b、802.11g、802.11n 发送信号,5G 频率信号则根据协议 802.11a、802.11n、802.11ac 发送信号,通过 AC(AP Controller)同一管控,实现多个 AP 延续同一个 SSID 的无线技术,网管不需要对每一个 AP 进行独立设置,只需要在 AC 上配置好下发功能(如隐藏 SSID、认证、DHCP 等),就可以让每一个 AP 在不同区域实现信号发布,FIT AP 可以使校园网可以简便管理的同时也达到大区域上网的需求。FAT AP 是通过独立一个 AP 进行自我管理、实现独立提供 SSID、认证、DHCP 功能的独立载体,普遍的例子就是家庭的无线路由器,虽然和 FAT AP 还是有一定的区别,但是大致上是同一个功能实现。

无线校园网搭建,通过对 AC+AP 网络设备配置,实现校园各区域无线网络覆盖,瘦 AP 配置更是大大节

省了设备配置和维护成本。

### 10. 通过 Python 代码实现网络设备自动化运维

Python 编程本质上来说是一个解释型语言,不但提供了高效的数据结构,还可以简单地面对对象编程,这就使得它能在多个平台上写脚本。当然,交换机 Shell 也不例外。Python 中有内建模块和第三方模块,模块可以通俗地理解为已经独立保存好了的脚本。其中第三方模块 paramiko 可以实现 SSH 协议远程连接设备,并通过预设好的脚本进行网络设备功能代码配置。

### 四、结束语

本文在阅读、参考国内外相关理论及具体应用,根据当前现有的 ENSP 模拟器工具,规划并设计了某中学网络规划与设计。

#### (一) 总结

某中学网络规划与应用在确定用户分布和网络需求后,通过使用 VLAN、Eth-trunk、OSPF、NAT、DHCP、MSTP+VRRP、SSH 远程登录、ACL 策略、Python 编程实施等技术完成了某中学的网络规划与设计。

#### (二) 展望

依托弱电信息系统规划,通过对整个校园的网络规划与设计,可以根据各区域要求进行基本网络铺设,达到全区域互通或根据要求进行一定屏蔽,实现了各区域校园网络基础架构的设计与铺设,还有无线方面通过 AC+AP 的组网方式,设置 AP 并且在学校各个区域配置相应的无线接入点,通过无线控制器进行相应的信号配置,减少了学习的有线铺设,方便学校老师和学生通过无线上网。但以上只是最基础的网络互通铺设而已,还有很多技术并没有在这个框架上实现,如网管平台的搭建、各种服务器的规划应用、无线网络安全等,我希望能规划更为完善的校园网络设计,如搭建相应的网管平台;实现 Python 自动化运维的多方面应用;增加无线网络配置,绑定 MAC 上网或账号上网,增加无线网络安全性等;然后通过完善的网络搭建,逐渐减少网络维护难度,真正实现多功能校园网络建设和全自动化网络运维。

作者单位:林宜锋 广东石油化工学院

### 参 考 文 献

- [1] 李军. 浅析国内外智慧校园建设[J]. 西部皮革, 2018,40(20):95.
- [2] 王立恺,刘维维,崔平. 基于 eNSP 的网络技能测试系统设计. 徐州市公安局交通警察支队, 2018.
- [3] 章丽玲. 基于 OSPF 特殊区域和 LSA 的教学设计与实践[J]. 湖北第二师范学院学报, 2020,37(02):44-48.
- [4] 杨文彬. 议高校网络建设中 ACL 策略的广泛应用[J]. 太原师范学院学报:自然科学版, 2017(01):64-67.
- [5] 杜炜. 交换机的 Telnet 远程登录配置实验[J]. 福建电脑, 2020, 36(01):100-101.
- [6] 张建伟. 数字无线校园网络的规划[J]. 电子设计工程, 2018, 26(19):99-103,108.