

# 基于 Packet Tracer 的校园网设计与仿真

张鹤飞<sup>a</sup>, 云红艳<sup>a</sup>, 张德祥<sup>b</sup>, 井文英<sup>b</sup>, 钱成功<sup>a</sup>

(青岛大学 a. 计算机科学技术学院; b. 智慧校园与信息化建设中心, 山东 青岛 266071)

**摘 要:** 小型园区网设计规划是计算机网络综合技能训练的重要实验内容, 分析校园网构建的关键技术, 采用 Cisco Packet Tracer 软件设计仿真校园网络拓扑规划、网络设备选型、网络设备互联配置命令, 实现校园网的基本功能。教学实践表明, 采用 Packet Tracer 仿真软件提高了学生网络实验设计的兴趣, 综合设计案例教学增强了学生分析解决问题的能力, 培养了学生的创新思维, 在实践教学取得了较好的教学效果。

**关键词:** 校园网; Cisco Packet Tracer; 配置; 仿真

**中图分类号:** TP 393; G 434 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7167(2017)10-0127-04



## Design and Simulation of Campus Network Based on Packet Tracer

ZHANG Hefei<sup>a</sup>, YUN Hongyan<sup>a</sup>, ZHANG Dexiang<sup>b</sup>, JING Wenying<sup>b</sup>, QIAN Chenggong<sup>a</sup>

(a. College of Computer Science & Technology; b. Intelligent Campus and Information Center, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong, China)

**Abstract:** The design and planning of small-scale campus network is an important experimental content of comprehensive skills training. This paper analyzes key technologies of campus network construction, and uses Cisco Packet Tracer software to simulate the campus network topology planning, network equipment selection, network equipment interconnection configuration command, and finally achieves the basic functions of campus network. The teaching practice proves that using Cisco Packet Tracer can improve students' interest in network experimental design. Comprehensive design case teaching enhances students' ability to analyze and solve problems, cultivates students' innovative thinking, and achieves good teaching effect in practice teaching.

**Key words:** campus network; Cisco Packet Tracer; configure; simulation

## 0 引 言

“计算机网络原理”是一门理论性与实践性并重

收稿日期: 2017-01-09

基金项目: 山东省本科精品课程建设(鲁教高字[2014]10号文); 青岛大学校级精品课程建设项目(青大教字[2012]15号文); 青岛大学2016年大学生创新创业训练计划项目(青大教字[2016]24号文); 2016年教育部-思科产学合作综合改革专业课程建设项目(教高司函[2016]53号文, 项目编号: 201601013009)。

作者简介: 张鹤飞(1995-), 男, 山东青岛人, 本科生, 主要研究方向: 计算机网络、网络工程。

通信作者: 云红艳(1971-), 女, 甘肃玉门人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 计算机网络、语义 Web 与本体工程、大数据集成应用。Tel.: 13589374360; E-mail: yunhy2001@163.com。

的课程, 在教学中既要注重网络原理、体系结构、协议的分析, 又要培养学生运用网络知识进行网络规划设计与实践应用的综合能力<sup>[1]</sup>, 因此实验教学是整个教学过程中非常重要的环节<sup>[2]</sup>。学生能够按照一定的要求设计和实现网络的构建, 是培养网络综合技能的基本要求 and 教学的重点环节。通过设计园区网案例, 研究设计题目、网络规划和具体实现过程, 以案例教学培养学生的实践能力和创新能力非常必要<sup>[3]</sup>。

Cisco Packet Tracer 是 Cisco(思科)公司开发的网络仿真辅助软件, 为网络课程的学习者设计、配置、排除网络故障提供了网络模拟环境<sup>[4]</sup>。Packet Tracer 当前的最高版本是 7.0, 用户可以在该软件的界面上直接使用拖拽控件建立网络拓扑, 学习 IOS 的配置、训练

故障排查<sup>[5]</sup>,加深对网络抽象复杂原理的理解。计算机网络教学中通过采用 Packet Tracer 仿真软件,建立一个虚拟仿真实验教学平台来完成典型网络实验,可以克服实验室网络设备数量和种类受限的问题,提高学生完成实验的效率,对于培养学生操作实践能力和创新能力具有重要意义<sup>[6]</sup>。

本文以我校中心校区校园网络构建为例,使用 Packet Tracer 仿真模拟校园网的设计规划、网络拓扑构建、网络设备选型和网络设备互联的具体配置。

## 1 校园网规划与设计

校园网设计应该满足安全性、可扩展性、灵活性、高可用性、模块化和快速恢复等特性。典型校园网的拓扑架构可以分为3层:接入层(Access Layer)、分布层(Distribution Layer)、核心层(Core Layer)<sup>[7]</sup>。校园网拓扑特点如图1所示。

核心设备是带路由功能的3层交换机,与核心设备连接的是路由器和汇聚交换机,汇聚交换机下面是接入层交换机<sup>[8]</sup>。接入层汇集了各种终端用户,并且为用户提供了上行链路用于与分布层相连接,对接入层交换机配置可以实现局域网安全隔离<sup>[9]</sup>。分布层的主要工作是执行路由的选择以及数据包的处理,它可以用来作为核心层和接入层之间的路由边缘。核心层是校园网的骨干区域,也是另外几层的汇聚区

域<sup>[10]</sup>,其主要目的是通过高速转发通信,提供优化、可靠的骨干传输结构。

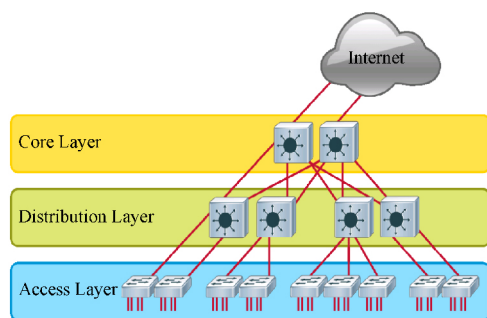
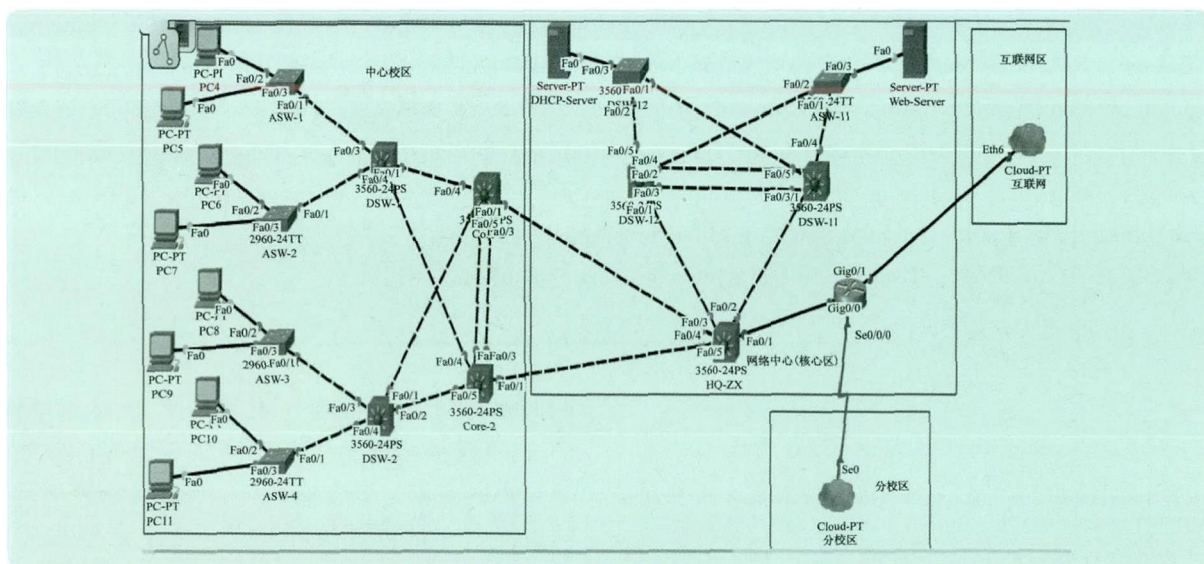


图1 典型校园网3层模型

学校包含中心校区和分校区,使用校园网将学校不同部门、院系和校区连接起来,形成校园内部网,并通过出口路由器接入 Internet,提供互联网访问服务;校园网提供 Web 发布、邮件、DHCP 等服务以满足学校教学、办公和科研需要;校园网内实验室主机配置的私有地址通过安装 NAT 的路由器转化为公有地址访问互联网<sup>[11]</sup>;互联网上的用户可以访问校园中的 Web 服务。基于校园网接入层、分布层、核心层3层模型的设计,校园网规划的拓扑结构如图2所示。校园网划分为:网络中心、中心校区、分校区和互联网区四个分区。其中网络中心是管理维护校园网络的核心服务区;互联网区模拟校园网外部互联网区域<sup>[12]</sup>。





## 2.1 中心校区规划设计及关键技术

校园网中心校区包含 4 台 Cisco 3560 交换机 (2 台核心层交换机 Core-1 和 Core-2, 2 台分布层交换机 DSW-1、DSW-2)、4 台 Cisco 2960 交换机 (4 台接入层交换机 AW-1、AW-2、AW-3、AW-4)、8 台 PC。校园网中心校区拓扑结构如图 3 所示。

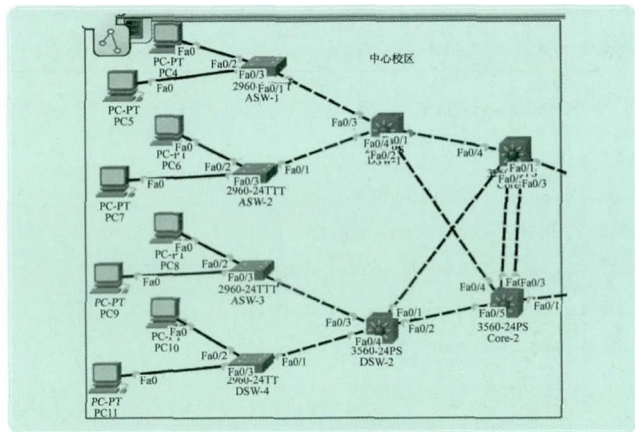


图 3 中心校区拓扑结构

校园网的应用功能设计依赖于 TCP/IP 协议栈的分层模型,校园网典型应用协议为:应用层—Telnet, DNS, DHCP;传输层—TCP, UDP;网际层—OSPF;网络接入层—VLAN, TRUNK, STP, VTP, LACP, HSRP。

交换机组成的网络中所有的主机都在同一广播域,而通过 VLAN 技术可以起到广播域的作用。开启 3 层交换 SVI 虚接口,配置各 VLAN 的虚拟接口(网关地址),可以实现不同 VLAN 间的相互通信功能。

汇聚链接(trunk link)是指能够转发多个不同 VLAN 通信的端口,汇聚链路上流通的数据帧都被附加用于识别分属哪个 VLAN 的特殊信息<sup>[14]</sup>。在交换机的汇聚链接上,可以通过对数据帧的附加 VLAN 信息,构建跨越多台交换机的 VLAN。

VTP (VLAN Trunking Protocol) 是 VLAN 中继协议,也被称为虚拟局域网干道协议。使用 VTP 协议,把一台交换机配置成 VTP Server,网络中其余交换机配置成 VTP Client,这样可以自动学习到 server 上的 VLAN 信息,节省了配置 VLAN 的工作量。

## 2.2 核心层交换机设计配置

中心校区校园网的核心层交换机有 2 台(Core-1、Core-2)。根据校园网中心校区的规划设计要求,核心层实现的主要功能及协议<sup>[15]</sup>为:① 3 层交换机的路由功能。两台核心交换机起路由功能,并把 FastEthernet0/1 接口的交换功能关闭,为其配置 IP 地址。② Ether Channel 和 LACP。两台核心交换机的 FastEthernet0/2~FastEthernet0/5 配置 trunk 模式,指定 channel-group 模式为 active,并把 Port-channel 1 配置为 trunk 模式。③ VLAN 中继协议 VTP。设置 VTP

domain 为 QDDX-EDU,设置 VTP password 为 QDDX;指定两台核心交换机为 VTP server。④ 生成树协议 STP (Spanning Tree Protocol)。Core-1 为奇数 VLAN 的主根、偶数 VLAN 的备根;Core-2 为偶数 VLAN 的主根、奇数 VLAN 的备根。⑤ 热备份路由器协议 HSRP。分别在两台核心交换机上指定不同 VLAN 的 SVI 和 IP;并指定 Core-1 为奇数 VLAN active (通过修改优先级),Core-2 为偶数 VLAN active。⑥ OSPF (Open Shortest Path First 开放式最短路径优先)。在两台核心交换机上配置动态路由协议 OSPF,宣告直连网段在 area0 中。

Cisco 3560 的 Core-1 和 Core-2 接口、地址划分及 3 层交换机 VLAN 地址配置如表 1 所示。

表 1 3560 交换机(Core-1)和(Core-2)接口划分

Core-1		Core-2	
FastEthernet0/1	172.16.21.2/30	FastEthernet0/1	172.16.22.2/30
FastEthernet0/2	trunk	FastEthernet0/2	Trunk
FastEthernet0/3	trunk	FastEthernet0/3	Trunk
FastEthernet0/4	trunk	FastEthernet0/4	Trunk
FastEthernet0/5	trunk	FastEthernet0/5	Trunk
Port-channel 1	trunk		
Vlan 2	SVI:10.21.2.252/24 IP:10.21.2.254/24	Vlan 2	SVI:10.21.2.253/24 IP:10.21.2.254/24
Vlan 3	SVI:10.21.3.252/24 IP:10.21.3.254/24	Vlan 3	SVI:10.21.3.253/24 IP:10.21.3.254/24
Vlan 4	SVI:10.21.4.252/24 IP:10.21.4.254/24	Vlan 4	SVI:10.21.4.253/24 IP:10.21.4.254/24
Vlan 5	SVI:10.21.5.252/24 IP:10.21.5.254/24	Vlan 5	SVI:10.21.5.253/24 IP:10.21.5.254/24
Vlan 6	SVI:10.21.6.252/24 IP:10.21.6.254/24	Vlan 6	SVI:10.21.6.253/24 IP:10.21.6.254/24
Vlan 7	SVI:10.21.7.252/24 IP:10.21.7.254/24	Vlan 7	SVI:10.21.7.253/24 IP:10.21.7.254/24
Vlan 8	SVI:10.21.8.252/24 IP:10.21.8.254/24	Vlan 8	SVI:10.21.8.253/24 IP:10.21.8.254/24
Vlan 9	SVI:10.21.9.252/24 IP:10.21.9.254/24	Vlan 9	SVI:10.21.9.253/24 IP:10.21.9.254/24

核心层交换机 Core-1 的路由功能、SVI 方式及汇聚链的主要配置命令如下:

```
Core-1 (config) #ip routing //将交换机转到三层工作模式
Core-1 (config) #interface FastEthernet0/1
Core-1 (config-if) # no switchport
Core-1 (config-if) # ip address 172.16.21.2 255.255.255.252
Core-1 (config) #interface FastEthernet0/2
Core-1 (config-if) # channel-group 1 mode active
Core-1 (config-if) # switchport trunk encapsulation dot1q //在与二
层交换机相连时封装协议
```

```

Core-1 (config)#interface Port-channel 1
Core-1 (config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Core-1 (config-if)# switchport mode trunk
Core-1 (config)#vlan 2 //创建 VLAN2
Core-1 (config)#vtp domain QDDX-EDU
Core-1 (config)#vtp password QDDX
Core-1 (config)#vtp mode server Core-1 (config)#spanning-tree
    vlan 1 3 5 7 9 priority 24576
Core-1 (config)#spanning-tree vlan 2 4 6 8 priority 28672
Core-1 (config)#interface Vlan2
Core-1 (config-if)# ip address 10.21.2.252 255.255.255.0
Core-1 (config-if)# standby 2 ip 10.21.2.254
Core-1 (config-if)# standby 2 preempt
Core-1 (config)#ip dhcp pool vlan3
Core-1 (dhcp-config)# network 10.21.3.0 255.255.255.0
Core-1 (dhcp-config)# default-router 10.21.3.254
Core-1 (dhcp-config)# dns-server 219.146.1.66
Core-1 (config)#ip dhcp excluded-address 10.21.3.252 10.21.3.
    254
Core-1 (config)#router ospf 1 //配置动态路由协议
Core-1 (config-router)# network 172.16.21.0 0.0.0.3 area 0
Core-1 (config-router)# network 10.21.0.0 0.0.255.255 area 0

```

### 2.3 分布层交换机配置

中心校区校园网分布层交换机有两台: DSW-1、DSW-2。指定两台 DSW 交换机接口 FastEthernet0/1~FastEthernet0/4 为 trunk 模式;指定两台 DSW 交换机为 VTP server。

Cisco 3560 交换机(DSW-1)和(DSW-2)接口划分如表2所示。

表2 3560 交换机(DSW-1)和(DSW-2)接口划分

DSW-1		DSW-2	
FastEthernet0/1	trunk	FastEthernet0/1	Trunk
FastEthernet0/2	trunk	FastEthernet0/2	Trunk
FastEthernet0/3	trunk	FastEthernet0/3	Trunk
FastEthernet0/4	trunk	FastEthernet0/4	Trunk

分布层交换机 DSW-1 主要配置命令如下:

```

DSW-1 (config)#interface FastEthernet0/1
DSW-1 (config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
DSW-1 (config-if)# switchport mode trunk
DSW-1 (config)#vtp domain QDDX-EDU
DSW-1 (config)#vtp password QDDX
DSW-1 (config)#vtp mode server

```

### 2.4 接入层交换机配置

中心校区校园网接入层交换机有4台: ASW-1、ASW-2、ASW-3、ASW-4。指定4台 ASW 接入层接口 FastEthernet0/2 和 FastEthernet0/3 为 access 模式;指定4台 ASW 为 VTP client。8台 PC 地址指定为 DHCP 动态获得。

Cisco 2960 交换机 (ASW-1) (ASW-2) (ASW-3)

(ASW-4) 接口划分如表3所示。

表3 Cisco 2960 交换机接口划分

	FastEthernet		
	0/1	0/2	0/3
ASW-1	trunk	access vlan 2	access vlan 3
ASW-2	trunk	access vlan 4	access vlan 5
ASW-3	trunk	access vlan 6	access vlan 7
ASW-4	trunk	access vlan 8	access vlan 9

交换机 ASW-1 主要配置命令如下:

```

ASW-1 (config)#interface FastEthernet0/1
ASW-1 (config-if)# switchport mode trunk
ASW-1 (config-if)#interface FastEthernet0/2
ASW-1 (config-if)# switchport mode access
ASW-1 (config-if)# switchport access vlan 2
ASW-1 (config-if)#interface FastEthernet0/3
ASW-1 (config-if)# switchport mode access
ASW-1 (config-if)# switchport access vlan 3
ASW-1 (config)#vtp domain QDDX-EDU
ASW-1 (config)#vtp password QDDX
ASW-1 (config)#vtp mode client

```

## 3 结 语

用 Packet Tracer 模拟实现网络虚拟实验教学平台,可以仿真模拟各种网络实验环境,克服网络硬件条件制约的问题,并减少购置硬件设备的开销。采用网络模拟软件,学生的实验过程可以不受硬件设备和实验场地的制约,激发学生参与网络实验的兴趣;通过设计校园网仿真综合实践案例教学,培养学生网络实施规划的能力,提高学生的创新实践能力和独立解决问题的能力。实践证明这种方法在网络实验课程教学中取得了良好的效果。

### 参考文献(References):

- [1] 薛 琴. 基于 Packet Tracer 的计算机网络仿真实验教学[J]. 实验室研究与探索. 2010, 29(2): 57-59.
- [2] 郭 雅. 计算机网络实验指导书[M]. 北京: 电子工业出版社. 2013.
- [3] 杨 妹, 罗 佳. 基于 Packet Tracer 软件的小型局域网络设计与仿真[J]. 实验技术与管理. 2015, 32(1): 150-152.
- [4] Todd Lammle. CCNA 学习指南(640-802) [M]. 7 版. 北京: 人民邮电出版社. 2012.
- [5] 王振川. CCNA 实验手册[M]. 北京: 人民邮电出版社. 2012 年.
- [6] 李 永, 甘新玲. 基于 Packet Tracer 的路由综合实验设计与实现[J]. 实验室研究与探索. 2015, 34(9): 112-114.
- [7] 王竹林. 校园网组件与管理[M]. 北京: 清华大学出版社. 2010 年.
- [8] 谢志强. 基于 Packet Tracer 仿真校园网的设计与实现[J]. 软件导刊. 2015(2): 88-90.

(下转第 157 页)

现增、减新灯和重置 WiFi 热点名称的功能<sup>[16]</sup>。

## 5 系统测试

系统实物图如图 8 和图 9 所示,本系统可通过硬件端的触摸显示屏控制灯的亮灭,同时将传感器采集到的教室室内温湿度信息在液晶屏上显示。通过手机 APP 也可以代替硬件端平台实现灯的控制,同时可以将系统设置为自动控制模式,即通过红外传感器检测教室内是否有人进入,当有人进入教室时,灯光自动开启,当教室无人时,经过一段时间延时后,灯光自动关闭。除了进行灯的控制,手机 APP 可将一段时间内采集到的传感器信息进行储存以及绘制相关图表,供管理者查看以便设计合理的照明方案。测试场所选在本校信工楼的普通上课教室中,经测试上述设计目标均实现。



图 8 硬件实物图



图 9 软件 APP 界面

## 6 结 语

本文设计了一个基于底层组网与云端互联的智能照明控制系统,主要包括硬件控制平台、Web 服务器和可视化控制客户端。使用者可以同时通过硬件端和移动端对教室内的灯光进行控制,代替了灯的传统开

关,更加智能便捷。解决了市场上存在的智能照明灯的控制距离小,功能不完善,使用者无法实时查询室内情况的问题。操作简单,成本低廉,可以满足高校对照明系统大规模安装的需求,无需大规模改变原有线路。本照明系统不仅适用于高校照明,而且可广泛用于大型公共场所等,前景无限。

## 参考文献(References):

- [1] 王永慧,楼平,罗友,等.基于 Android 的室内智能照明系统的设计[J].硅谷,2013(18):21-23.
- [2] 张俊丽.教学楼智能照明控制系统中 LIN 总线的应用研究[D].大连:大连理工大学,2008.
- [3] 晏勇.基于热释电传感器楼宇智能照明控制系统[J].电子产品世界,2012,19(3):57-60.
- [4] 孟祥斌,毛红艳,王德君,等.智能照明控制系统的设计[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2015(1):70-73,89.
- [5] 卢林杰.基于 Android 的室内照明控制系统设计与实现[D].杭州:杭州电子科技大学,2014.
- [6] 夏常胜.基于 Yeelink 平台实现远程控制[J].数字通信世界,2016(8):200.
- [7] 周康,张文斌,李帅,等.基于 STM32 的教室智能灯控系统的设计[J].物联网技术,2016(6):87-90,92.
- [8] 刘火良,杨森.STM32 库开发实战指南[M].北京:机械工业出版社,2013.
- [9] 韩潇.基于 WiFi 的无线传感器网络的研究与应用[D].天津:河北工业大学,2014.
- [10] 李凯.基于 YeeLink 物联网平台的校园环境监控系统的设计[D].保定:河北大学,2015.
- [11] 欧军,吴清秀,裴云,等.基于 socket 的网络通信技术研究[J].网络安全技术与应用,2011(7):19-21.
- [12] 祝瑞,车敏.基于 HTTP 协议的服务器程序分析[J].现代电子技术,2012(4):117-119,122.
- [13] 佚名.USR-WIFI232-A/B/C 嵌入式模组使用说明书 V5.0.8[M].济南:济南有人物联网科技.
- [14] 王倩倩,戚卫青,张登银.基于 HTTP 的 Web 服务响应时间测试[J].南京邮电大学学报,2005(6):79-83.
- [15] 陈兴龙,陶士庆,孙静,等.基于 APP 技术的物联网监控技术的研究现状与应用[J].机械工程师,2015(12):77-78.
- [16] 胡艳蕊,宋开新,秦会斌,等.基于 Android 的 LED 智能照明系统客户端的设计与实现[J].计算机应用与软件,2016,33(10):62-66.

(上接第 130 页)

- [9] 唐灯平.利用 Packet Tracer 模拟组建大型单核心网络的研究[J].实验室研究与探索,2011,30(1):186-189.
- [10] Tanenbaum A S.计算机网络[M].北京:清华大学出版社,2012.
- [11] 谢希仁.计算机网络[M].6 版.北京:电子工业出版社,2013.
- [12] 郭雅,李泗兰.基于 Packet Tracer 仿真技术的校园网构建技术研究[J].软件设计开发,2012,8(12):2746-2749.

- [13] 唐灯平,王古月,宋晓庆.基于 Packet Tracer 的 IPv6 校园网组建[J].常熟理工学院学报(自然科学),2012,26(10):115-120.
- [14] 杨姝.VLAN 技术实验的设计与仿真实现研究[J].实验技术与管理,2014,31(3):114-117.
- [15] 范晓彤.利用 Packet Tracer 设计网络实验教学平台[D].青岛:青岛大学,2016.