

哈尔滨工业大学

<<计算机网络>>

实验报告

(2016 年度春季学期)

姓名：	陈鋆
学号：	1170300513
学院：	计算机科学与技术学院
教师：	聂兰顺

实验 8：简单网络组建及配置

一、实验目的

- (1) 了解网络建设的相关过程，通过分析用户需求，结合自己掌握到的网络知识，规划设计网络实施方案。
- (2) 掌握基本的网络设备运行原理和配置技术。
- (3) 独立完成一个简单校园网的基本建设、配置工作，并能发现、分析并解决简单的网络问题。
- (4) 理论结合实践，深刻理解网络运行原理和相关技术，提高动手能力和应用技巧。
- (5) 引导学生对相关知识的探索和研究，促进学生的主动学习热情。

二、实验内容

(1) 实验项目

某职业技术学校决定新建校园网，网络规划设计师已经完成了该项目的总体规划和设计，部分具体项目规划和设计还没有完成；请你根据所学到的网络知识帮助该网络规划设计师完成剩余的工作内容，并承担整个项目的实施建设工作。

如图 8-1 所示，该网络拓扑采用通用的三层架构设计，分别为接入层、汇聚层和核心层。汇聚层、核心层均采用了冗余链路设计，防止单点故障影响到系统的核心服务。校园网通过购买的 ISP 服务同 Internet 互联，通过有限的公网 IP 地址，利用地址翻译技术（NAT）提供对 Internet 的访问服务支持；通过端口映射技术提供对学校 WEB、数据等服务器的外部访问支持。校园网出口布置了防火墙和入侵检测系统，同时提供了 VPN 访问支持。

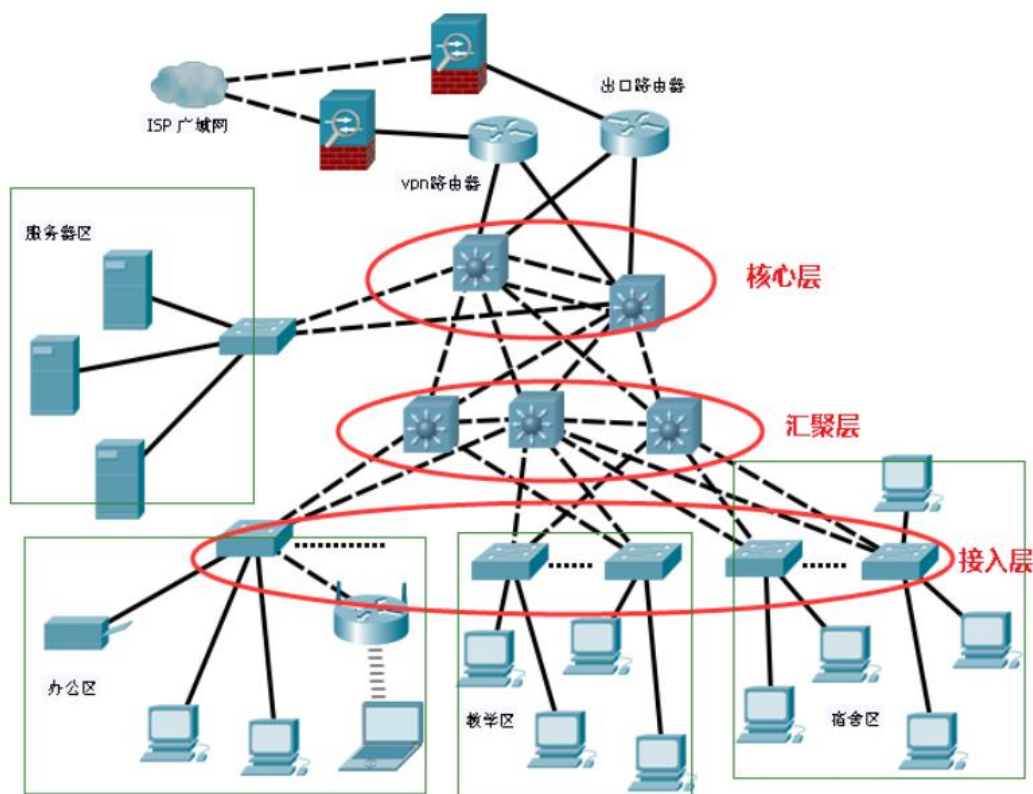


图 8-1 某职业技术学校网络拓扑示意图

(2) 实验需求

如图 8-1 所示，在不考虑对外服务（即校园网用户访问 Internet 和 Internet 用户访问校园对外服务器）及冗余链路的前提下，请按用户需求设计出该校园网的局域网部署规划设计，并最终完成各相关区域的各设备连通任务。

用户的相关需求如下，请给出具体的规划设计和实施过程：

① 校园中心机房 存放网络核心设备、WEB 服务器、数据库服务器、流媒体服务器等相关服务器，服务器数量在 10 台以内，未来可扩展到 20 台。对全部校园网用户开放，提供 7*24 小时不间断服务支持。② 办公区 教师和校领导办公区，存放日常办公设备和相关耗材；目前用户数量 80 左右，未来可以扩展到 200；提供无线接入服务，禁止宿舍区用户访问该区资源，允许教学区用户访问该区资源。

③ 教学区 提供各教学设备网络连接支持。目前，需联网的有线设备数为 120，未来可扩展到 240。

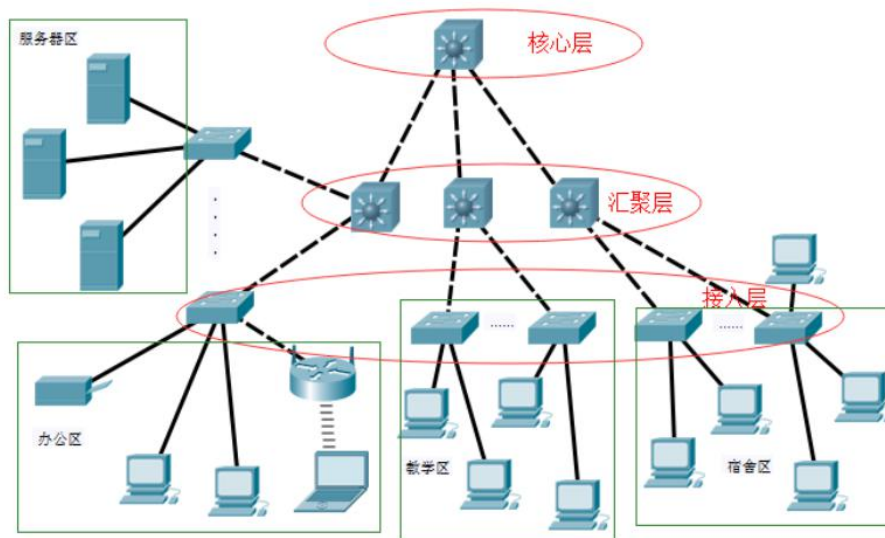
④ 宿舍区 提供学生上网服务。目前，用户共计 700 人，未来可扩展到 1000 人。

三、实验过程及结果

项目分析：

步骤：

1) 在不考虑冗余链路的前提下，可将图 8-1 拓扑示意图简化为下图所示：



2) IP 地址分配方案分析：虽然私有 IP 地址数量较多，但为了管理方便，以及提高网络的高性能，减少不必要的流量消耗；我们更应该合理设计 IP 地址分配方案，便于以后的网络升级、扩展，便于相关网络策略的实施部署工作。

根据前面的用户需求可知：

中心机房（即服务器区），需要分配至少 20 个 IP 地址；

办公区，有线和无线至少要分配 400 个 IP 地址；

教学区，至少要分配 240 个 IP 地址；

宿舍区，至少要分配 1000 个 IP 地址；

3) 不考虑对外服务，则只设计校园局域网规划基本配置即可，即校园局域网的核心层、汇聚层和接入层基本连通服务设计。

4) 各网络设备基本配置内容包括：设备名称、密码；设备地址；设备访问方式。核心层，主要实现更快的数据传输速度，因此只需配置好适当的路由策略

即可。汇聚层，根据需要这里可以实施必要的访问控制策略，如为相关终端提供参数配置服务（如 DHCP 服务）等。接入层，提供各种终端接入服务，包括有线和无线接入服务，以及允许或禁止接入终端的过滤策略等。

5) 禁止宿舍区的用户访问办公区的资源，允许教学区的用户访问办公区的资源；结合所掌握的网络技术，可以采用取消相关路由条目的方式禁止访问。

思考：

① 根据你课堂或独自学习到的相关网络技术，该项目分析哪些地方还可以调整或改进？

可以使用虚拟局域网 VLAN 技术，使办公区与教学区处于一个虚拟局域网可以互相访问，而宿舍区处于另一个虚拟局域网，无法访问这两者。并且，可以添加相应的 NAT，使得校园网内部使用校园网本地地址的用户能正常访问 Internet。核心层还可以进行相应的路由聚合。

② 宿舍区用户较多，但策略相同；选择一个子网还是划分两个或多个子网呢，说说你的理由？

我认为应该划分为两个或多个子网。因为宿舍区的用户数量较大，虽然都是使用相同策略，但如果划分为一个子网，容易造成单点流量过大的问题，进而导致拥塞现象的发生，通过划分为两个或多个子网，可以将网络流量分流，从而有效地解决上述问题。

③ 校园网内地址分配方案均采用公网 IP 地址（未进行合法注册的公网 IP 地址）可行么，为什么？如果个别区域采用了未注册的公网 IP 地址，校园网建成后（成功配置了同 Internet 的有效连接），校园网内的用户访问 Internet 正常么，该区域的用户访问 Internet 正常么？为什么？

LAN 内部的地址采用公网 IP 地址是可行的，因为其只用于本地通信，未经过 Internet。如果校园网有相应的 NAT，那么校园网内的用户与该区域的用户都可正常访问 Internet，因为 NAT 将校园网内部的本地地址（即使用的未注册的公网 IP 地址）转换为校园网与 Internet 有效连接的合法 IP 地址，因

此校园网内部的用户能正常访问 Internet。

项目设计：

步骤：

1) IP 地址分配方案：

采用保留地址 192.168.0.0/16，最终分配范围 192.168.16.0/20。其中，宿舍区分配 192.168.24.0/21 段地址；其余区分配 192.168.16.0/21 段地址。

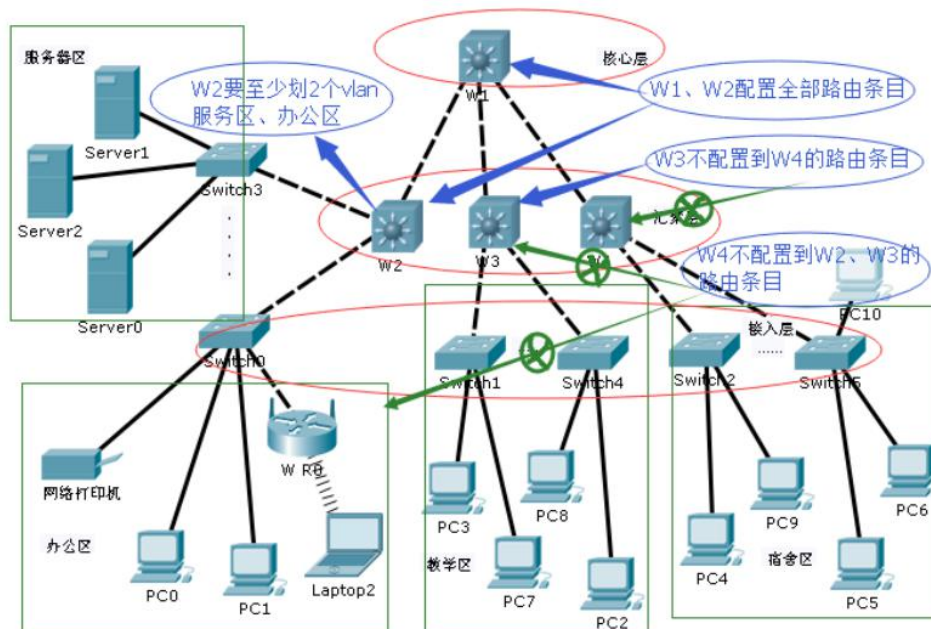
中心机房： VLAN1 192.168.16.0/27

办公区： VLAN2—VLAN3 192.168.17.0/24 192.168.18.0/24

教学区： VLAN4 192.168.19.0/24 192.168.20.0/24

宿舍区： VLAN11—VLAN14 192.168.24.0/24~192.168.27.0/24

2) 相关网络设备路由配置设计如下图所示：



思考：按照该设计方式，能够满足实验需求。但若与 Internet 连接，则本地地址为未注册的公网 IP 地址，需要通过 NAT 来转换，该方案中未设计 NAT，

不可行。

思考：

① 按以上项目设计内容，请你帮忙算出各区域终端设备的网关地址？

服务器区：192.168.16.30

办公区：192.168.17.254 、 192.168.18.254

教学区：192.168.19.254

宿舍区：192.168.24.254 、 192.168.25.254 、 192.168.26.254 、
192.168.27.254

② 服务器区:采用“IP 地址:192.168.16.0/27”和 “ IP 地址:192.168.16.0/24”
哪个更好，说说你的看法依据？

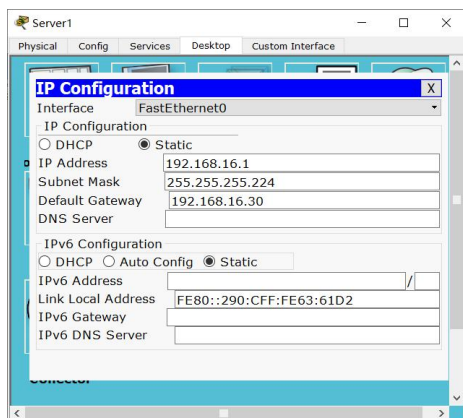
采用第一个更好，因为中心机房只需要分配至少 20 个地址，192.168.16.0/27
恰好能符号这个要求，并且使用的 ip 地址更少，节省了有限的 ip 地址资源。

项目实施：

1) 终端设备配置：

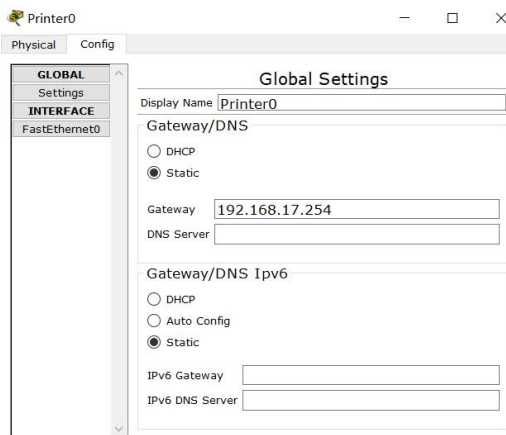
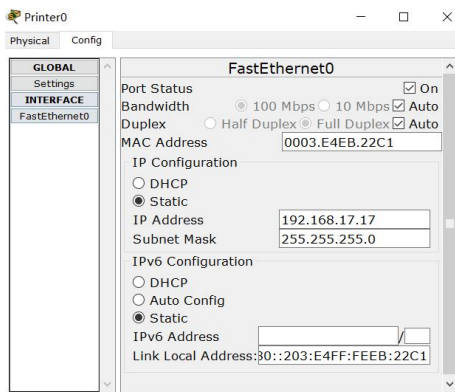
服务器区：

服务器

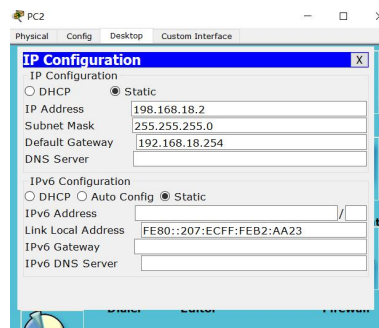
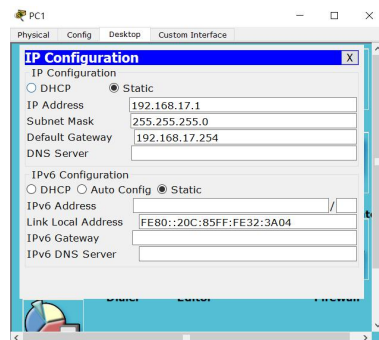


办公区：

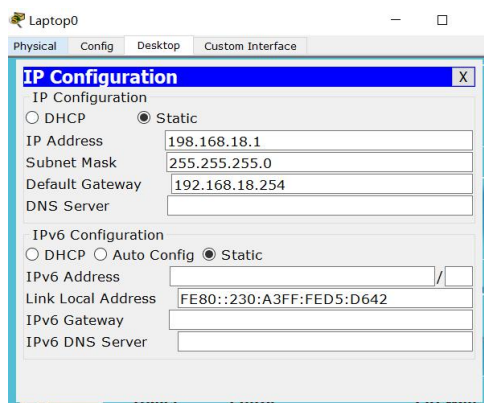
打印机



主机

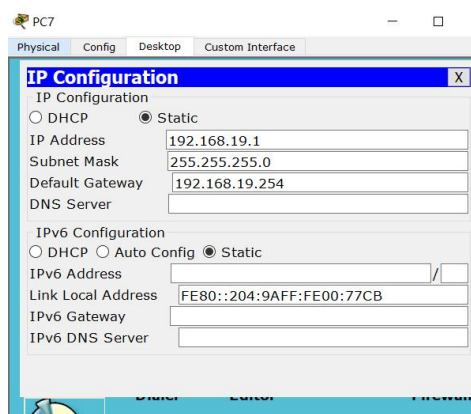


笔记本电脑：



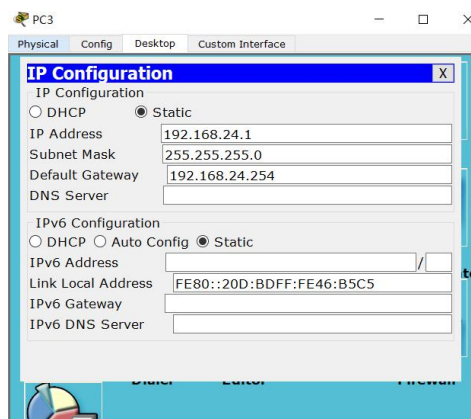
教学区：

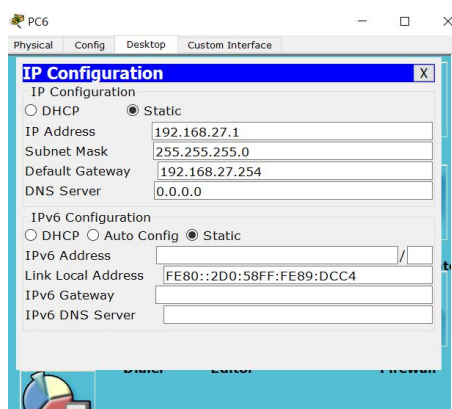
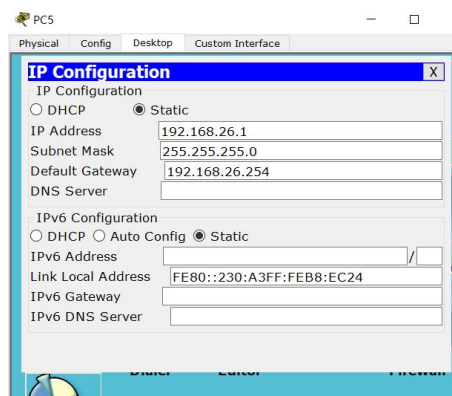
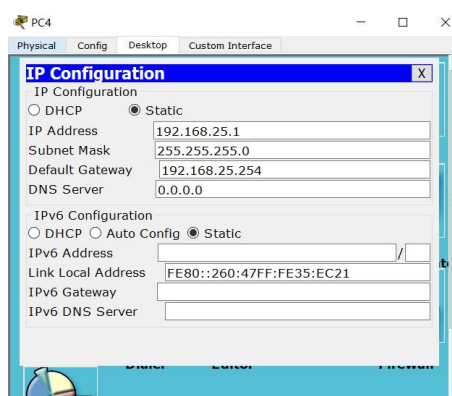
主机



宿舍区：

主机





2) 接入层设备配置

vlan 划分:

```
Switch>
Switch>enable
Switch#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Switch(vlan)#vlan 4 name B10102_B2961
VLAN 4 added:
  Name: B10102_B2961
Switch(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname B10102_B2961
B10102_B2961(config)#enable password 123456
B10102_B2961(config)#line vty 0 4
B10102_B2961(config-line)#password 123456
B10102_B2961(config-line)#login
B10102_B2961(config-line)#exit
B10102_B2961(config)#int vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan4, changed state to up
```

交换机初始化:

```

Switch11
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Switch(vlan)#vlan 4 name B10102_B2961
VLAN 4 added:
  Name: B10102_B2961
Switch(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname B10102_B2961
B10102_B2961(config)#enable password 123456
B10102_B2961(config)#line vty 0 4
B10102_B2961(config-line)#password 123456
B10102_B2961(config-line)#login
B10102_B2961(config-line)#exit
B10102_B2961(config)#int vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan4, changed state to up

B10102_B2961(config-if)#ip address 192.168.19.253 255.255.255.0
B10102_B2961(config-if)#no shutdown
B10102_B2961(config-if)#interface fastEthernet 0/1
B10102_B2961(config-if)#switchport access vlan 4
B10102_B2961(config-if)#

```

vlan 地址配置并激活:

```

B10102_B2961(config)#line vty 0 4
B10102_B2961(config-line)#password 123456
B10102_B2961(config-line)#login
B10102_B2961(config-line)#exit
B10102_B2961(config)#int vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan4, changed state to up

B10102_B2961(config-if)#ip address 192.168.19.253 255.255.255.0
B10102_B2961(config-if)#no shutdown
B10102_B2961(config-if)#interface fastEthernet 0/1
B10102_B2961(config-if)#switchport access vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan4, changed state to
up

```

将端口分配到相应 vlan:

```

IOS Command Line Interface
Switch(Config)#hostname B10102_B2961
B10102_B2961(config)#enable password 123456
B10102_B2961(config)#line vty 0 4
B10102_B2961(config-line)#password 123456
B10102_B2961(config-line)#login
B10102_B2961(config-line)#exit
B10102_B2961(config)#int vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan4, changed state to up

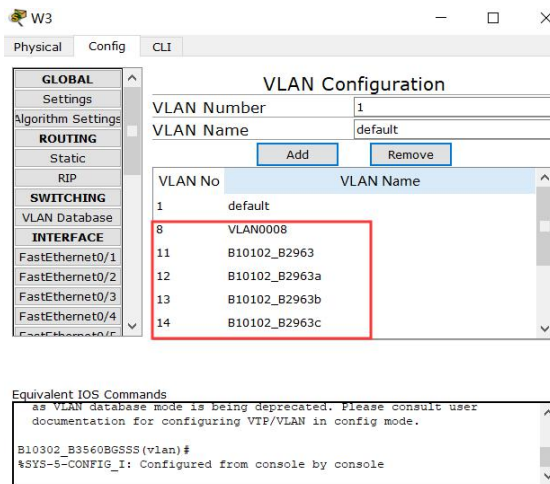
B10102_B2961(config-if)#ip address 192.168.19.253 255.255.255.0
B10102_B2961(config-if)#no shutdown
B10102_B2961(config-if)#interface fastEthernet 0/1
B10102_B2961(config-if)#switchport access vlan 4
B10102_B2961(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan4, changed state to
up

B10102_B2961(config-if)#interface fastEthernet 0/2
B10102_B2961(config-if)#switchport access vlan 4
B10102_B2961(config-if)#exit
B10102_B2961(config)#exit
B10102_B2961#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
B10102_B2961#

```

3) 接入层设备配置:

vlan 划分:



路由器初始化:

```
B10302_B3560BGSSS(config)#
B10302_B3560BGSSS(config-if)#end
B10302_B3560BGSSS#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
B10302_B3560BGSSS(config)#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
B10302_B3560BGSSS(config)#hostname B10302_B3560BGSSSWL
B10302_B3560BGSSSWL(config)#
```

vlan 地址配置并激活:

```
int vlan 4
f)#ip address 192.168.19.254 255.255.255.0
f)#no shutdown
f)#int vlan 7
f)#ip address 192.168.22.1 255.255.255.252
f)#no shutdown
```

设置路由条目并开启路由功能:

```
B10302_B3560BGSSSWL(config)#ip route 192.168.16.0 255.255.255.224
192.168.23.2
B10302_B3560BGSSSWL(config)#ip routing
```

修改端口为 trunk:

```
B10302_B3560#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/1
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#exit
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/2
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#exit
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/3
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
B10302_B3560(config-if)#switchport mode trunk
```

4) 核心层设备配置:

vlan 划分:

```
Switch>enable
Switch#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Switch(vlan)#vlan 6
VLAN 6 added:
  Name: VLAN0006
Switch(vlan)#vlan 7
VLAN 7 added:
  Name: VLAN0007
Switch(vlan)#vlan 8
VLAN 8 added:
  Name: VLAN0008
Switch(vlan)#
```

路由器机初始化:

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname B10302_H4000
B10302_H4000(config)#enable password 123456
B10302_H4000(config)#line vty 0 4
B10302_H4000(config-line)#password 123456
B10302_H4000(config-line)#login
B10302_H4000(config-line)#exit
```

vlan 地址配置并激活:

```
B10302_H4000(config-if)#exit
B10302_H4000(config)#int vlan 6
B10302_H4000(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan6, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan6, changed state to up
B10302_H4000(config-if)#ip address 192.168.21.2 255.255.255.252
B10302_H4000(config-if)#no shutdown
B10302_H4000(config-if)#int vlan 7
B10302_H4000(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan7, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan7, changed state to up
B10302_H4000(config-if)#ip address 192.168.22.2 255.255.255.252
B10302_H4000(config-if)#no shutdown
```

设置路由条目并开启路由功能:

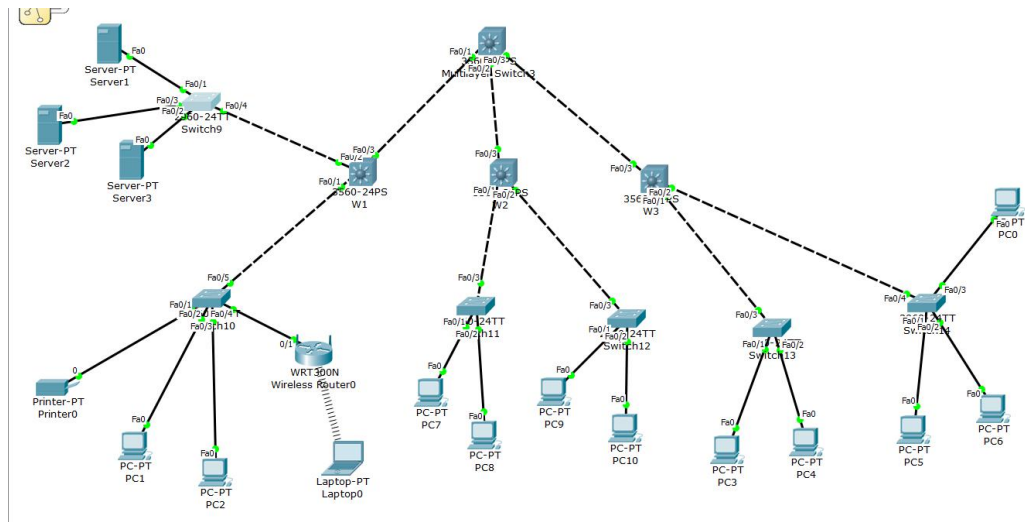
```
B10302_H4000(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.248 192.168.23.1
B10302_H4000(config)#ip route 192.168.17.0 255.255.255.0 192.168.21.1
B10302_H4000(config)#ip route 192.168.18.0 255.255.255.0 192.168.21.1
B10302_H4000(config)#ip route 192.168.19.0 255.255.255.0 192.168.22.1
B10302_H4000(config)#ip routing
```

修改端口为 trunk:

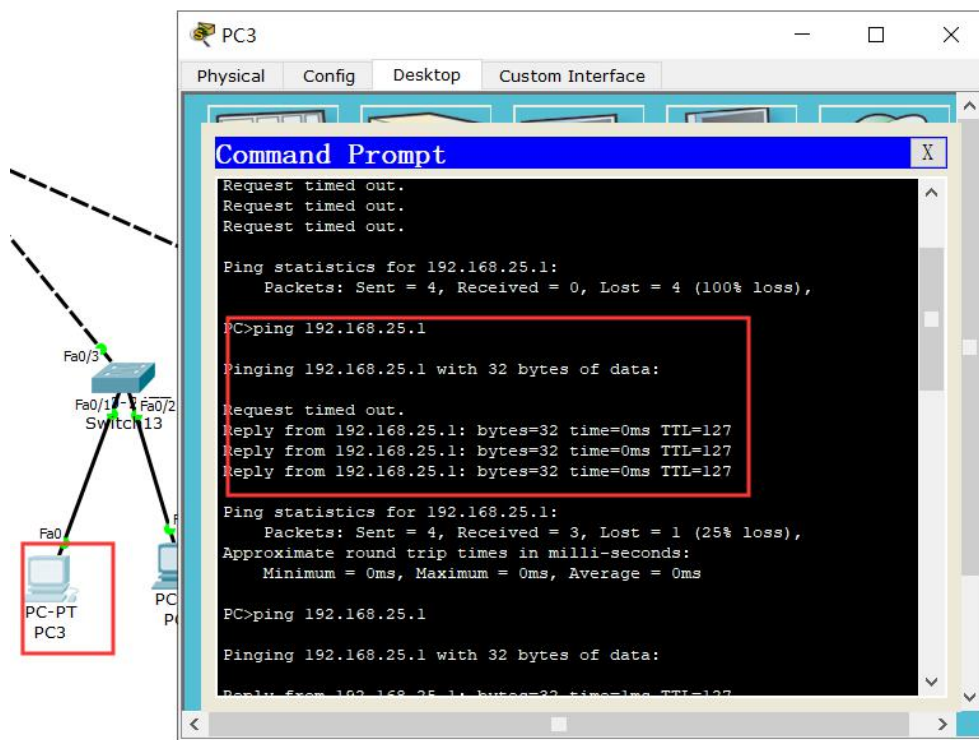
```
B10302_B3560#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/1
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#exit
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/2
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#exit
B10302_B3560(config)#interface FastEthernet0/3
B10302_B3560(config-if)#
B10302_B3560(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
B10302_B3560(config-if)#switchport mode trunk
```

项目测试:

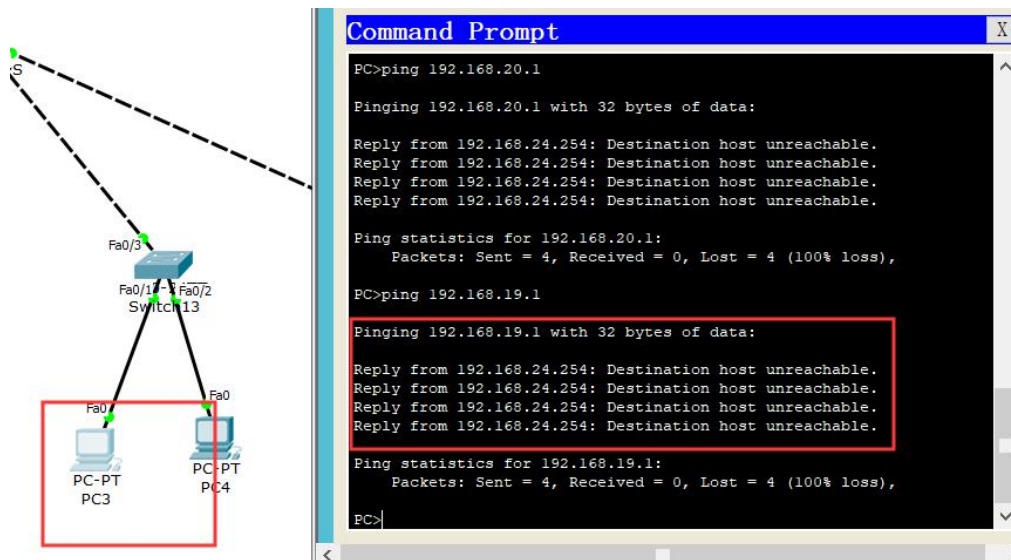
以宿舍内一主机为例:



对宿舍内部另一主机:



教学区:



办公区:

```
PC>ping 192.168.18.1

Pinging 192.168.18.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.24.254: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.24.254: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.24.254: Destination host unreachable.
```

服务器:

```
PC>ping 192.168.16.1

Pinging 192.168.16.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.16.1: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 192.168.16.1: bytes=32 time=2ms TTL=125
Reply from 192.168.16.1: bytes=32 time=0ms TTL=125
Reply from 192.168.16.1: bytes=32 time=0ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.16.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 2ms, Average = 0ms
```

项目思考:

(1) 分析核心设备配置中的路由条目信息, 想想是否有其它配置方案?

路由表条目:

Network Address
192.168.16.0/27 via 192.168.21.1
192.168.17.0/24 via 192.168.21.1
192.168.18.0/24 via 192.168.21.1
192.168.19.0/24 via 192.168.22.1
192.168.24.0/21 via 192.168.23.1

可以将前三项合成一项——192.168.16.0/20 via 192.168.21.1，利用了路由聚合的原理。

(2) 汇聚层交换机中，宿舍区为何与其它汇聚层路由条目设置不同？

因为存在要求：禁止宿舍区的用户访问办公区的资源，允许教学区的用户访问办公区的资源，所以需要在宿舍区的汇聚层交换机中采用取消相关路由条目的方式禁止访问。如图：

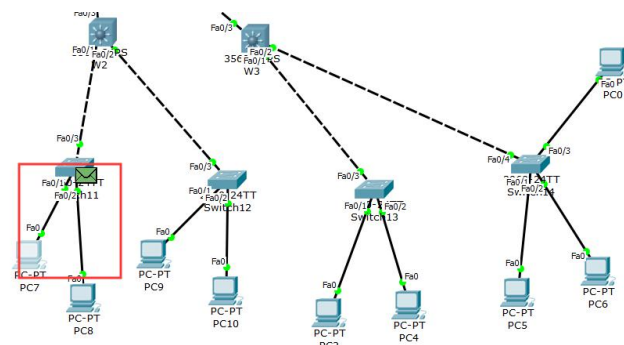
Network Address
192.168.16.0/27 via 192.168.23.2

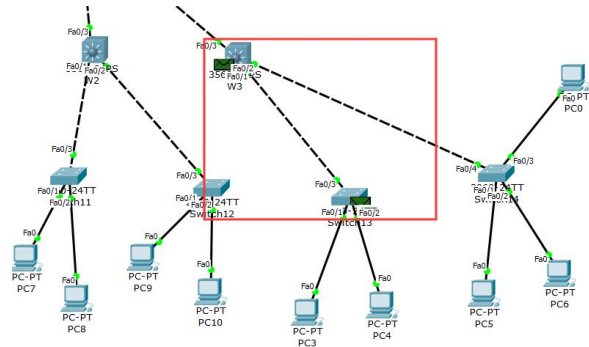
如此设计，宿舍区只能访问服务区。

(3) 办公室和教学区的用户可以访问宿舍区么，可以结合模拟工具测试，看看为什么？

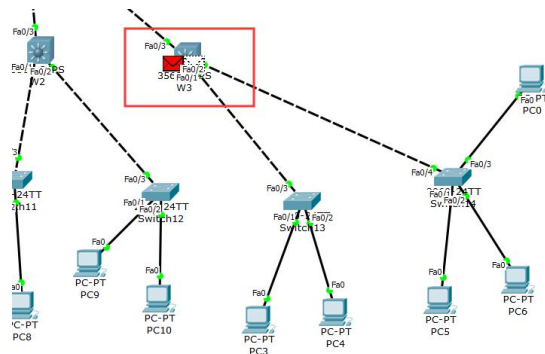
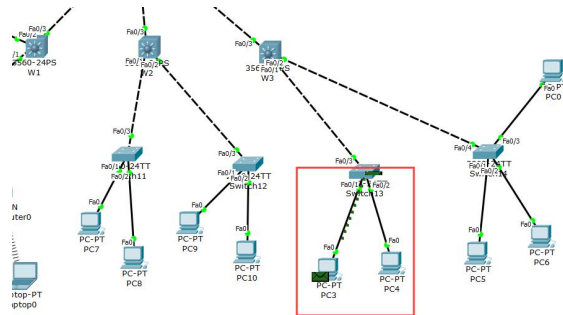
不能

首先，ping 消息能够送达宿舍区：





但是，宿舍区的响应消息无法返回办公区或教学区：



（4）深刻理解路由表的作用，路由器和交换机的工作原理，以及数据包在网络中的转发过程。

从上面几道思考题以及整个实验过程中我们可以理解到，路由表不仅仅能够按地址转发数据包，还有更多由此衍生出的功能：如适当修改从而达到禁止访问的效果；并且更是通过模拟发送的过程，一步一步看数据包的转发，牢牢掌握了路由器和交换机的工作原理，以及数据包在网络中的转发过程。

路由表的作用：判断数据包应从哪个端口进行转发。并可以通过适当的设置实现访问限制 的功能。

路由器：网络层设备，通过 IP 地址判断接收到的数据包应该从那个路由器

端口进行转发。

交换机：链路层设备，通过接收到的数据包的目的 IP 地址，利用 ARP 协议获取其下一跳设备的 MAC 地址，从而进行数据包的转发。

网络中的转发过程：发送方-交换机-路由器-交换机-接收方

四、实验心得

在本次的实验中，通过 Cisco Packet Tracer 组建一个校园内的局域网，使我深刻理解路由表的作用，路由器和交换机的工作原理，以及数据包在网络中的转发过程。Cisco Packet Tracer 是个十分有趣的工具，通过特别具体细节的模拟（特别是里边的笔记本电脑还要关机才能换网卡!!! 震撼到我了!），使得我们能够更真切地了解组网的过程、路由器交换机的工作过程、数据包在网络中的转发过程....真的如那句话所说的：纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行！