



哈尔滨工业大学
Harbin Institute of Technology

计算机网络 课程实验报告

实验名称	简单网络组建及配置					
姓名	张智雄		院系	计算学部		
班级	2103601		学号	2021112845		
任课教师	刘亚维		指导教师	刘亚维		
实验地点	格物 207		实验时间	2023.11.11		
实验课表现	出勤、表现得分(10)		实验报告 得分(40)		实验总分	
	操作结果得分(50)					
教师评语						



哈尔滨工业大学计算学部
FACULTY OF COMPUTING, HIT

实验目的：

1. 理解网络建设的相关过程，通过分析用户需求，结合自己掌握的网络知识，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络的基本建设、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。

实验内容：

必做内容：

在 Cisco Packet Tracer 完成一个简单校园网的基本建设、配置工作，完成终端设备参数配置、各层设备配置、路由表配置和 VLAN 配置，使校园网各区域能够完成通信。

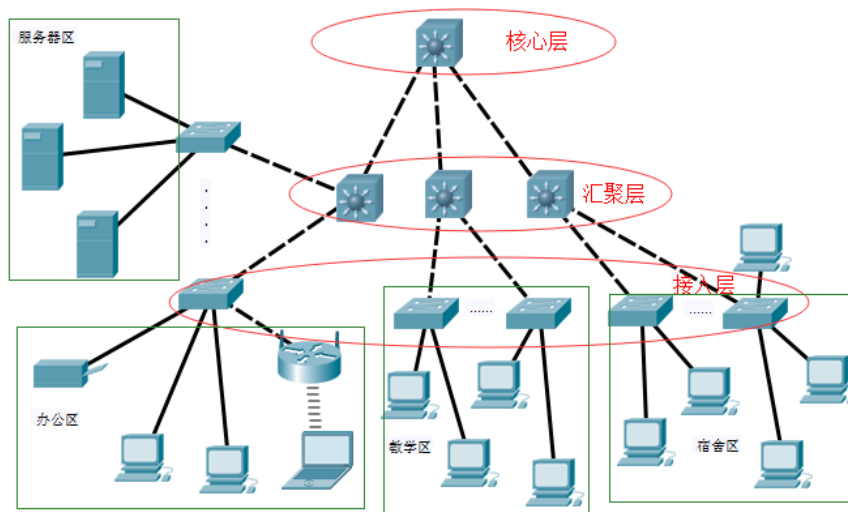
选做内容：

1. 宿舍区与办公区、教学区隔离，即宿舍区的设备只能访问服务器区的资源；其他区域的设备可以互相访问。
2. 配置无线局域网，包括无线路由和笔记本的设置。

实验过程：

一、项目分析和设计

在不考虑冗余链路的前提下，可将网络拓扑结构简化如下。



同时，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，还应该根据需求设计 IP 地址分配方案，用户需求如下：

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；

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

计算子网掩码和默认网关分配如下：

	IP 地址	子网掩码\默认网关	VLAN 信息
服务器区	192.168.16.1 至 192.168.16.28	255.255.255.224\192.168.16.30	VLAN1
办公区	192.168.17.1 至 192.168.17.252	255.255.255.0\192.168.17.254	VLAN2
	192.168.18.1 至 192.168.18.252	255.255.255.0\192.168.18.254	VLAN3
教学区	192.168.19.1 至 192.168.19.252	255.255.255.0\192.168.19.254	VLAN4
宿舍区	192.168.24.1 至 192.168.24.252	255.255.255.0\192.168.24.254	VLAN11
	192.168.25.1 至 192.168.25.252	255.255.255.0\192.168.25.254	VLAN12
	192.168.26.1 至 192.168.26.252	255.255.255.0\192.168.26.254	VLAN13
	192.168.27.1 至 192.168.27.252	255.255.255.0\192.168.27.254	VLAN14

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。

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。

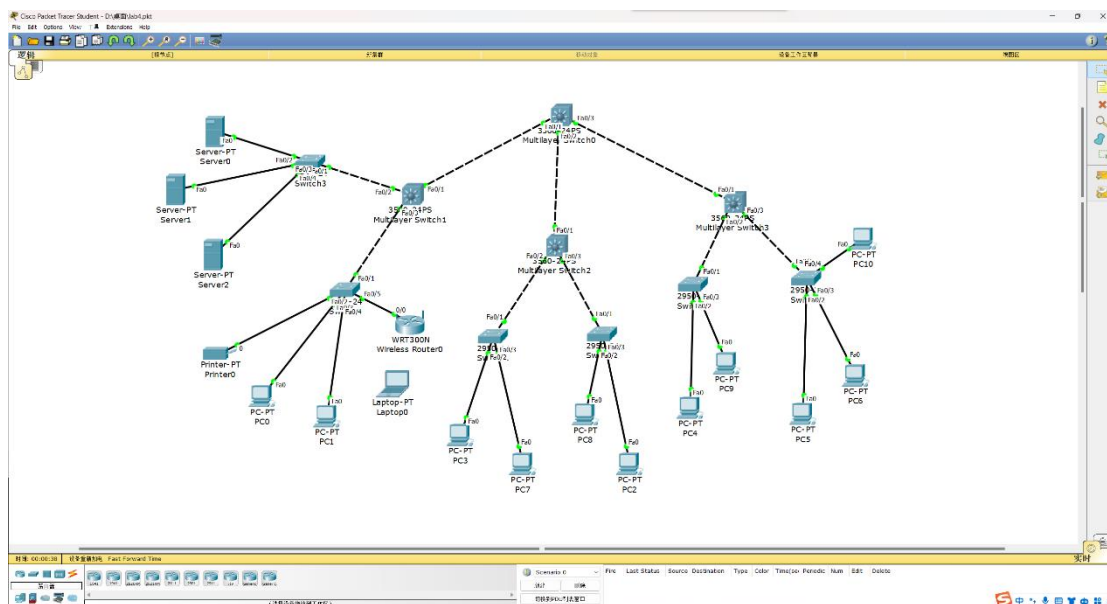
接入层，提供各种终端接入服务，包括有线和无线接入服务，以及允许或禁止接入终端的过滤策略等。

同时，可以采用取消相关路由条目的方式禁止宿舍区的用户访问办公区的资源。

二、实际Cisco packet tracer网络组建

1. 搭建网络拓扑结构

按照上述网络拓扑结构将各终端设备及路由器放置至工作区并连接如下：

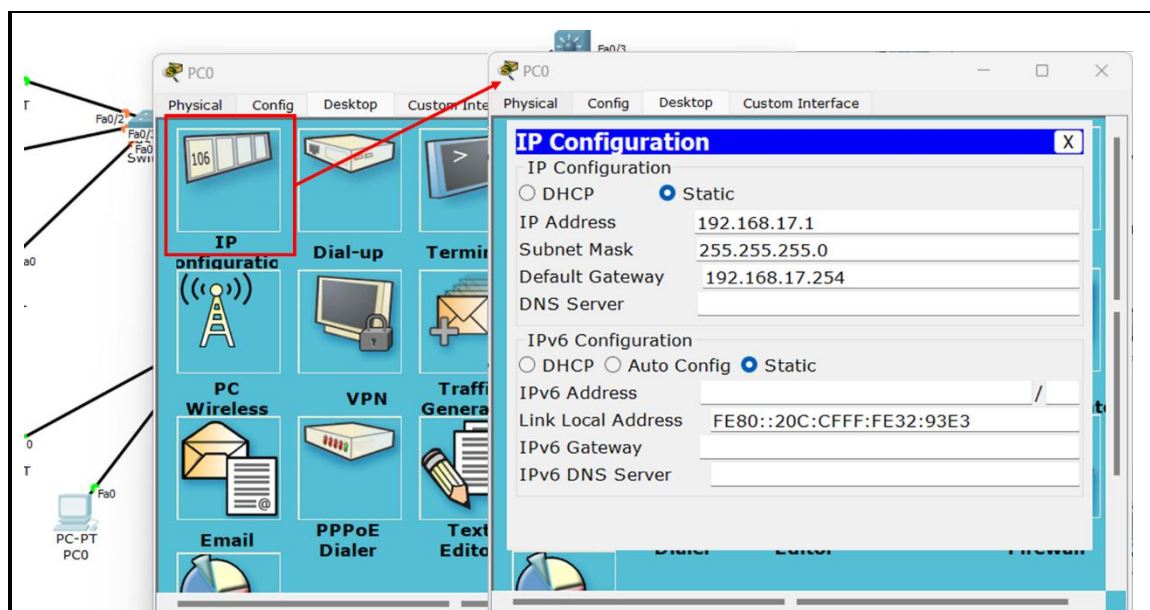


其中，第二层交换机选择 2950-24，第三层交换机选择 3560 24PS；连接方式选用自动适应线缆。

2. 配置终端设备（除无线局域网设备）参数

根据上面划分的子网情况，为各终端设备配置静态 IP 地址。

具体方法为：登录终端设备→Desktop→IP configuration→填写 IP 地址、子网掩码、默认网关信息



重复以上步骤，为各终端配置参数如下：

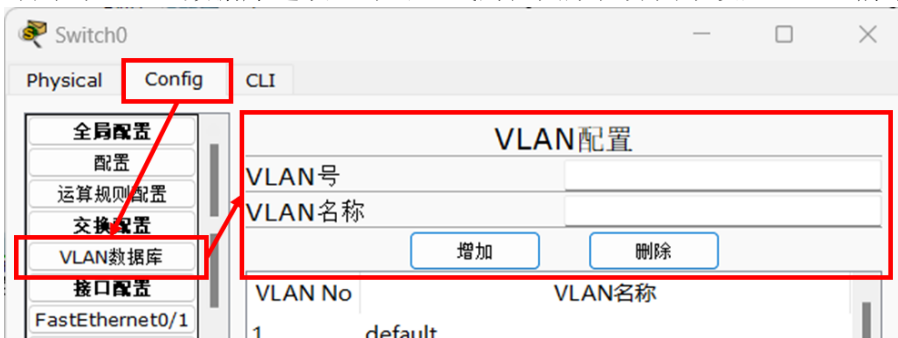
- ✚ **服务器区：**3台服务器均划分到vlan1中（即分配到局域网192.168.16.0/27中），IP地址分别为192.168.16.1，192.168.16.2，192.168.16.3，子网掩码均为255.255.255.224，默认网关均为192.168.16.30。
- ✚ **办公区：**3台有线终端设备均被划分到vlan2（192.168.17.0/24）中，网络打印机IP地址为192.168.17.17，两个主机IP地址依次为192.168.17.1，192.168.17.2，子网掩码均为255.255.255.0，默认网关均为192.168.17.254。
- ✚ **教学区：**4台终端设备均被划分到vlan4（192.168.19.0/24）中，主机IP地址依次为192.168.19.1，192.168.19.2，192.168.19.3，192.168.19.4。子网掩码均为255.255.255.0，默认网关为192.168.19.254。
- ✚ **宿舍区：**5台终端设备被分别划分到vlan11~vlan14中，子网掩码均为255.255.255.0。
 - ✧ vlan11：主机IP地址为192.168.24.1，默认网关为192.168.24.254
 - ✧ vlan12：主机IP地址为192.168.25.1，默认网关为192.168.25.254
 - ✧ vlan13：主机IP地址为192.168.26.1，默认网关为192.168.26.254
 - ✧ vlan14：2台主机IP地址依次为192.168.27.1，192.168.27.2，默认网关均设置为192.168.27.254

无线局域网被分配到vlan3中，具体配置见后续。

3. 配置接入层交换机参数

配置接入层交换机主要分为三个步骤：

- 1) 创建一个vlan并命名。登录待设置的交换机设备，选择Config选项，再选择左侧交换配置目录下VLAN数据库选项。即可显式的在图形化界面下设置VLAN编号与名称。



2) 为vlan配置IP地址和子网掩码。进入CLI界面，在(config)#模式下，输入以下代码配置ip地址和子网掩码：

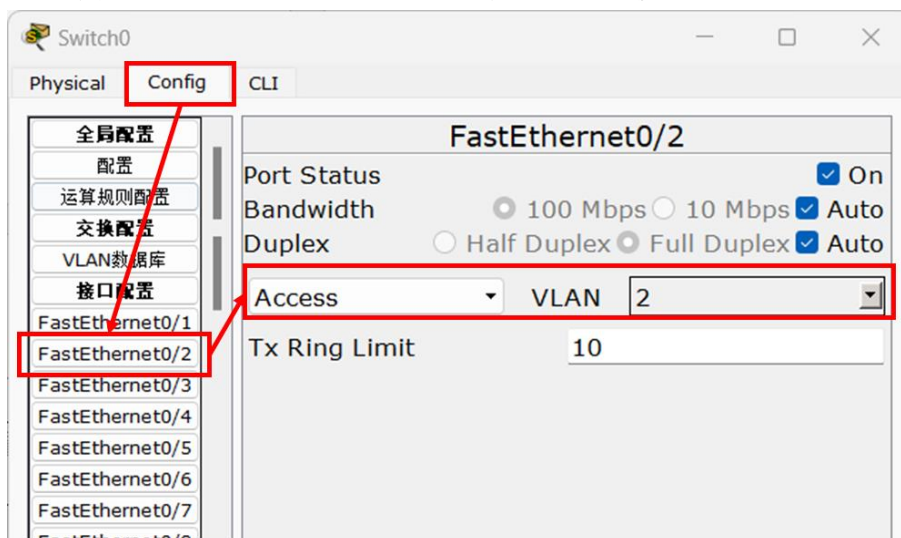
```
int vlan2; //选择配置的vlan
ip address 192.168.17.253 255.255.255.0; //配置ip地址和子网掩码
no shutdown; //激活vlan
```

3) 根据实际需要，将不同的端口划分到这个vlan下。根据网络拓扑结构搭建时使用的端口，将各个接口划分到对应的vlan中，同样在(config)#模式下使用代码：

```
interface fastEthernet 0/2; //选择相应的端口
switchport access vlan2 //将端口分配至相应vlan
```

注意：同一个交换机中，存在多个vlan时，级联的端口应设置成Trunk模式，不应该划到具体的vlan中，除非每个vlan均有一条同上级网络设备的连接线路，配置方式只需把switchport access改为switchport mode trunk。

也可以选择图形化界面方式进行配置：登录待设置的交换机设备，选择 Config 选项，再选择左侧接口配置目录下的相应接口，按照相应的模式设置即可。



重复上面的步骤，对其他接入层交换机进行配置如下：

- ✚ 服务器区：由于vlan1已存在（vlan1-default），不必新建vlan，配置好vlan的IP地址后将所有的接口都划分到vlan1下面即可。
- ✚ 教学区：每个交换机都新建一个编号为4的vlan，新建好vlan之后直接将所有接口都划分到vlan4下面即可。
- ✚ 宿舍区：配置IP地址和子网掩码如下，同时将端口分到对应的vlan。
 - ✧ vlan11：主机IP地址为192.168.24.253，子网掩码为255.255.255.0
 - ✧ vlan12：主机IP地址为192.168.25.253，子网掩码为255.255.255.0
 - ✧ vlan13：主机IP地址为192.168.26.253，子网掩码为255.255.255.0
 - ✧ vlan14：主机IP地址为192.168.27.253，子网掩码为255.255.255.0

4. 配置汇聚层交换机参数

汇聚层的交换机均为第三层交换机，不仅具有交换机的功能，还具有路由的功能。因此除了仿照上一节配置vlan，还需要设置路由表。

1) 配置各区域的vlan如下：

- ✚ 服务器区和办公区：首先配置与服务器区和办公区相连的vlan1~3，IP地址即对应之前配置终端时的默认网关。终端设备传输数据时若发现目的地址与该设备不在同一个子网下，则会将该数据报传给默认网关。同时还需要配置与核心层相连的vlan6，

即该第三层交换机与核心层交换机连接的两个端口所在的子网。

- ✧ vlan1: 主机IP地址为192.168.16.30, 子网掩码为255.255.255.224
- ✧ vlan2: 主机IP地址为192.168.17.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan3: 主机IP地址为192.168.18.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan6: 主机IP地址为192.168.21.1, 子网掩码为255.255.255.252

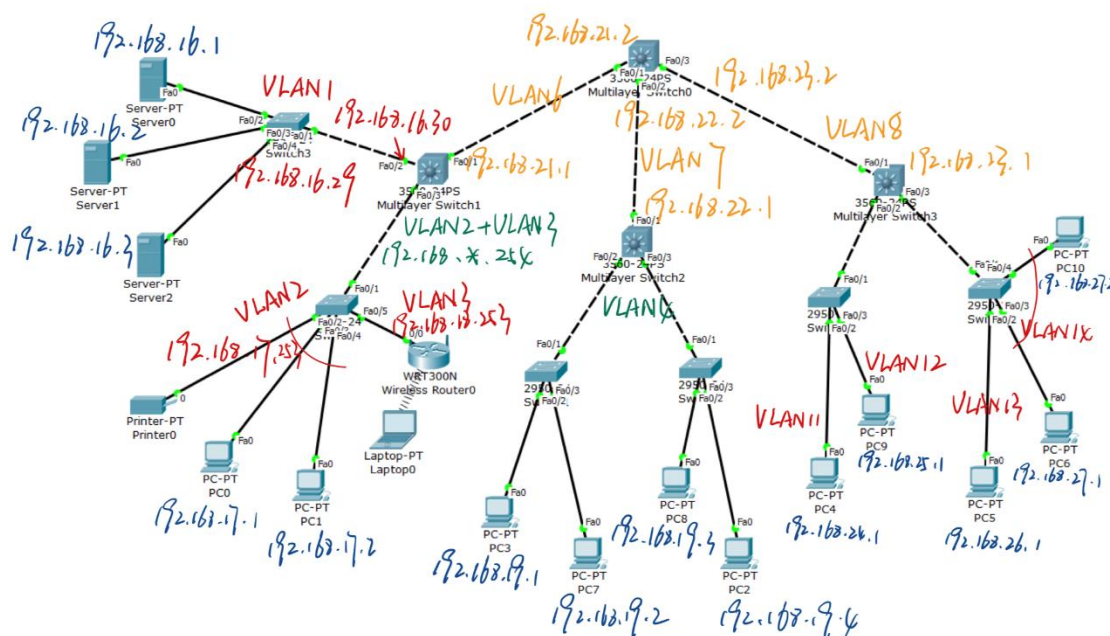
教学区: 同理配置vlan4和7。

- ✧ vlan4: 主机IP地址为192.168.19.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan7: 主机IP地址为192.168.22.1, 子网掩码为255.255.255.252

宿舍区: 同理配置vlan11~14和vlan8。

- ✧ vlan8: 主机IP地址为192.168.23.1, 子网掩码为255.255.255.252
- ✧ vlan11: 主机IP地址为192.168.24.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan12: 主机IP地址为192.168.25.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan13: 主机IP地址为192.168.26.254, 子网掩码为255.255.255.0
- ✧ vlan14: 主机IP地址为192.168.27.254, 子网掩码为255.255.255.0

配置结束后, 网络拓扑结构中各部分的IP地址如下:



2) 添加路由表项, 开启路由功能。进入CLI界面, 在(config)#模式下, 输入以下代码添加路由表项并开启路由。

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.21.2 //下一条为核心层交换机
ip routing //开启路由
```

添加路由表项的一般命令为: `ip route [目的网络地址] [子网掩码] [下一跳]`。而 0.0.0.0 代表其下属子网终端的默认网关 IP 地址。

5. 配置核心层交换机参数

核心层交换机的配置方法与汇聚层基本相同。

配置 vlan 如下:

- ✧ vlan6: 主机 IP 地址为 192.168.21.2, 子网掩码为 255.255.255.252
- ✧ vlan7: 主机 IP 地址为 192.168.22.2, 子网掩码为 255.255.255.252
- ✧ vlan8: 主机 IP 地址为 192.168.23.2, 子网掩码为 255.255.255.252

路由表项添加的条目对应代码如下:

```
ip route 192.168.16.0 255.255.255.224 192.168.21.1
ip route 192.168.17.0 255.255.255.0 192.168.21.1
ip route 192.168.18.0 255.255.255.0 192.168.21.1
ip route 192.168.19.0 255.255.255.0 192.168.22.1
ip route 192.168.24.0 255.255.248.0 192.168.23.1
ip routing
```

至此，除了无线局域网设备，其余所有的设备的配置工作均已完成。

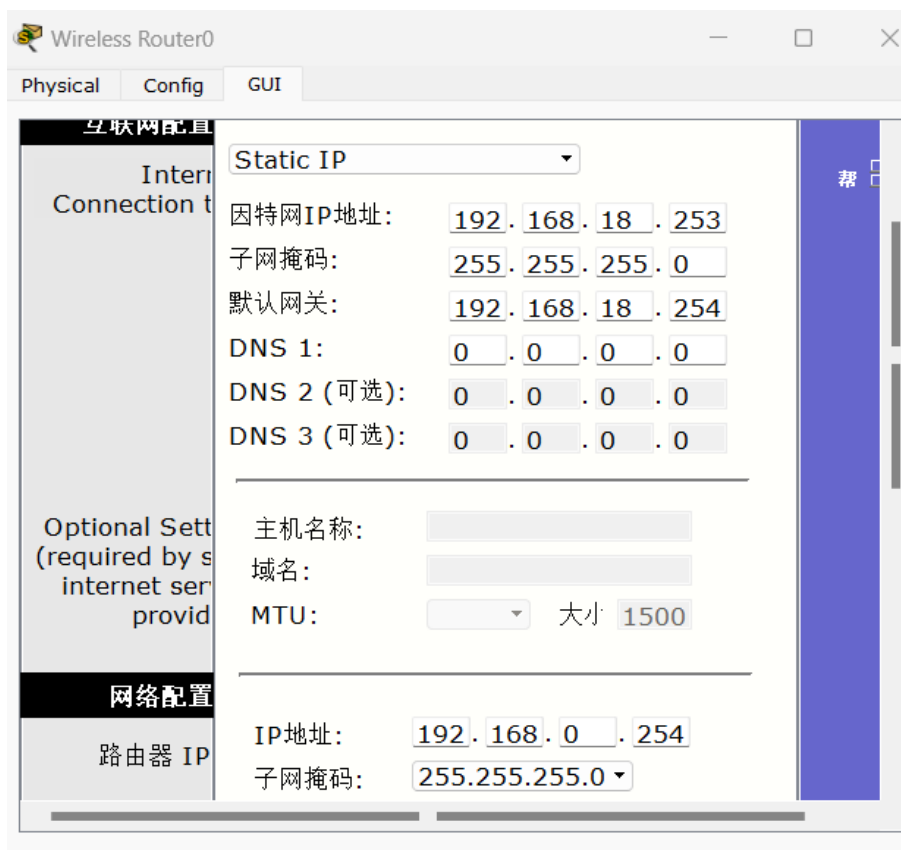
6. 宿舍区与办公区、教学区隔离

只需将宿舍区对应的汇聚层交换机的路由条目由 `ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.23.2` 改为 `ip route 192.168.16.0 255.255.255.224 192.168.23.2`。这样如果宿舍区的设备希望访问除服务器区以外的设备，则请求会被该交换机过滤掉。

因为这里仅配置了目的网络为 192.168.16.0 的路由表项，即只有目的网络为 192.168.16.0 的请求会被该交换机路由到核心层交换机。

7. 配置无线局域网

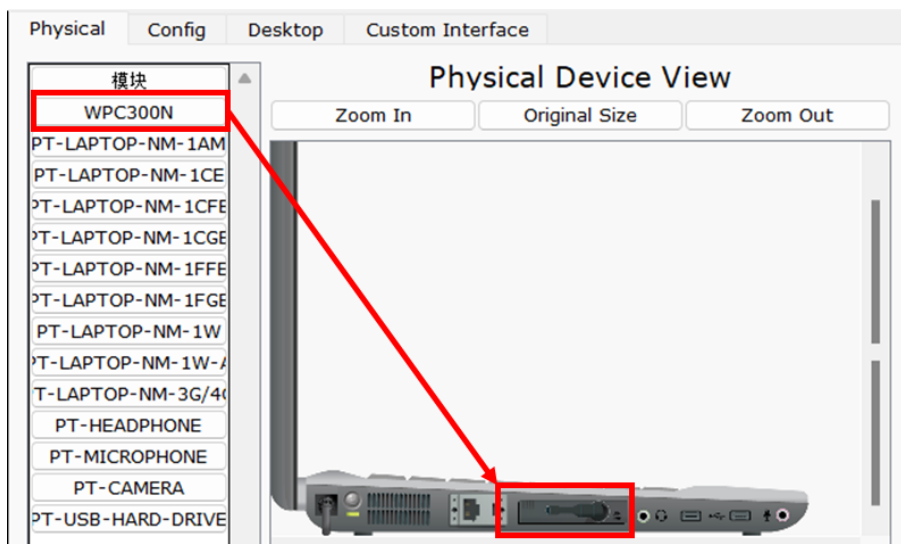
1) 路由器配置：打开无线路由器的GUI界面，按照vlan3的子网划分配置IP地址 192.168.18.253、子网掩码255.255.255.0和默认网关192.168.18.254，而后保存。



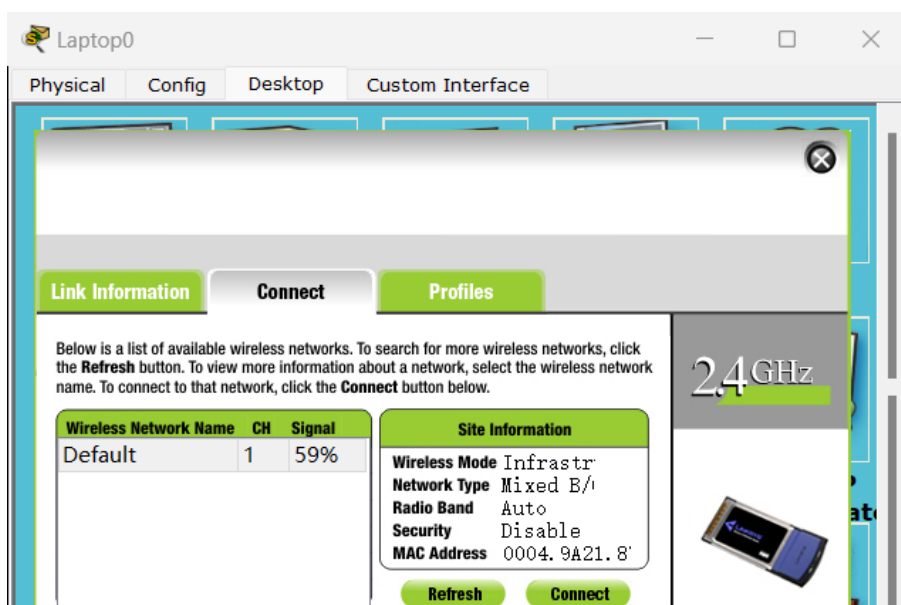
该配置下整体结构类似NAT，路由器本身即可看作是一台终端设备，IP地址为 192.168.18.253，默认网关为192.168.18.254。

而路由器对内构造一个内网，路由器在内网的IP地址为192.168.0.254，对连接到该无线局域网的设备，使用DHCP的方式为其分配一个动态的IP地址，内网中的设备若想要向外传送数据，则通过内网的默认网关发送至路由器，之后替换数据报文中的源IP地址为路由器的IP地址，在网络号为192.168.18.0/24的网络中进行转发。

2) 终端设备的配置：首先将无线网卡装入设备（需要断电）

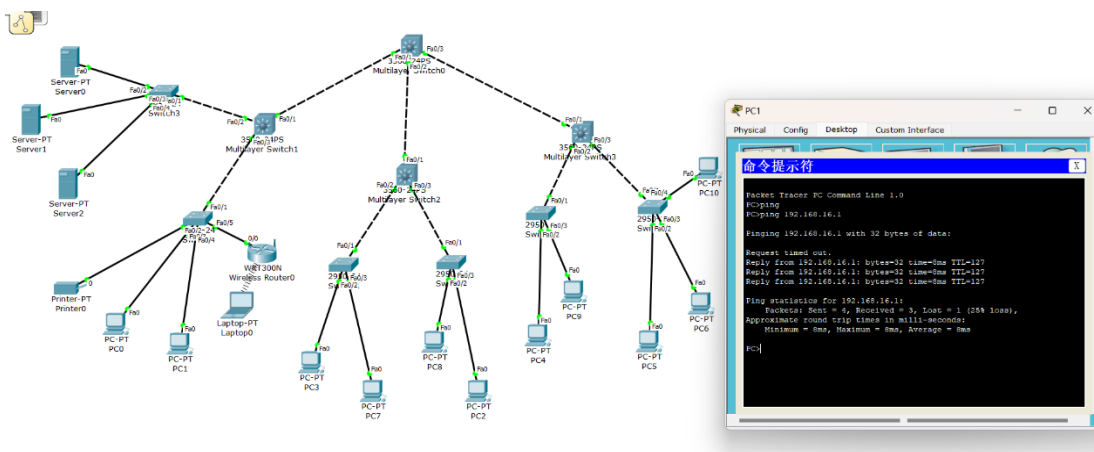


而后打开电源，打开 Desktop，再点击 PC Wireless，选中该网络，单击 Connect 进行连接即配置成功。

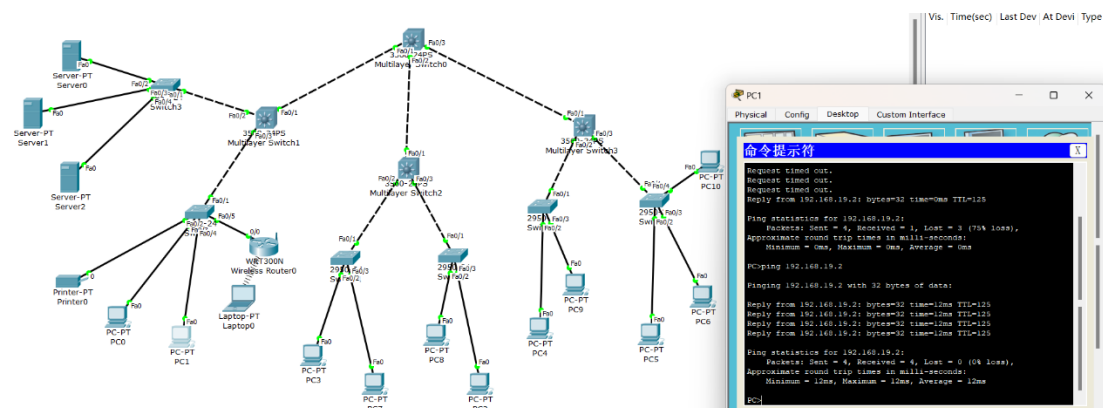


实验结果：（由于报文传出到传回经过链路路径完全相同，仅顺序方向不同，因此单向连通等价于双向连通）

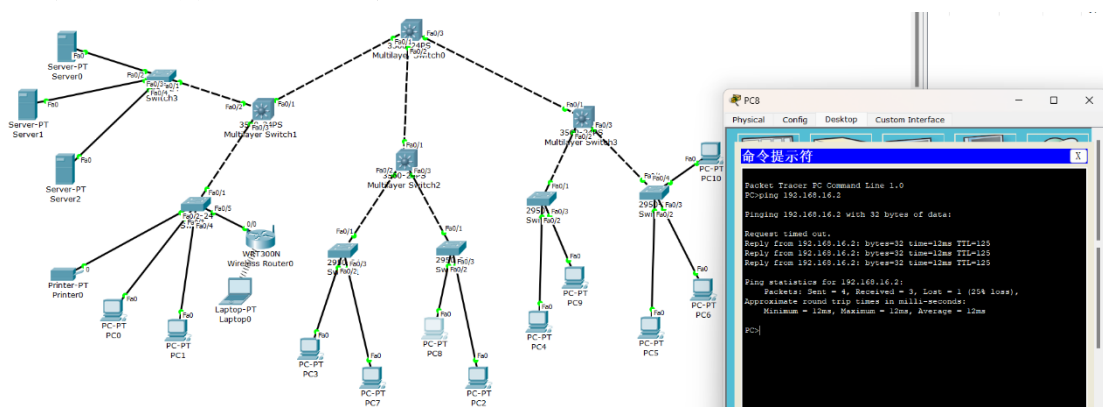
1. 办公区与服务器区相互通信



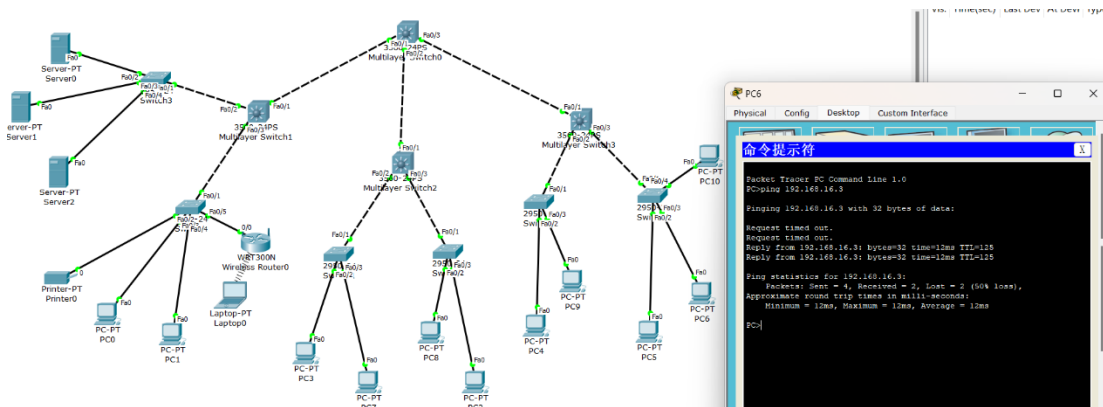
2. 办公区与教学区相互通信



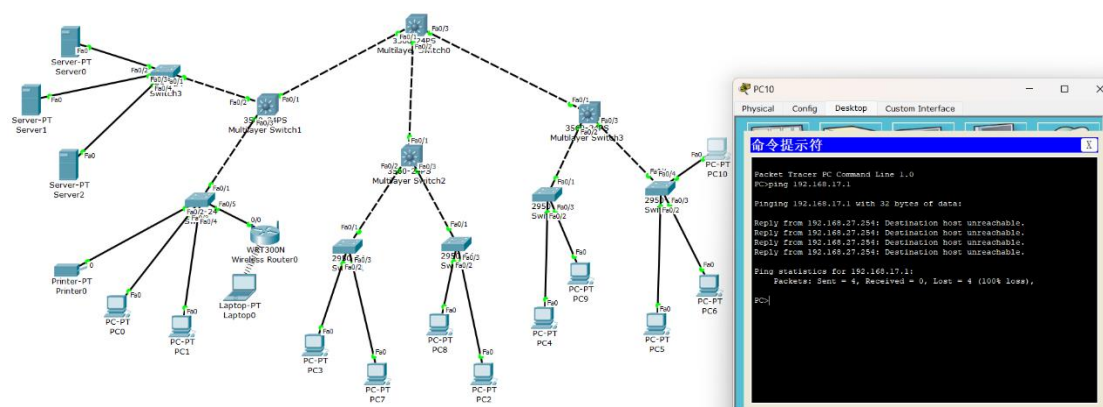
3. 教学区与服务器区相互通信



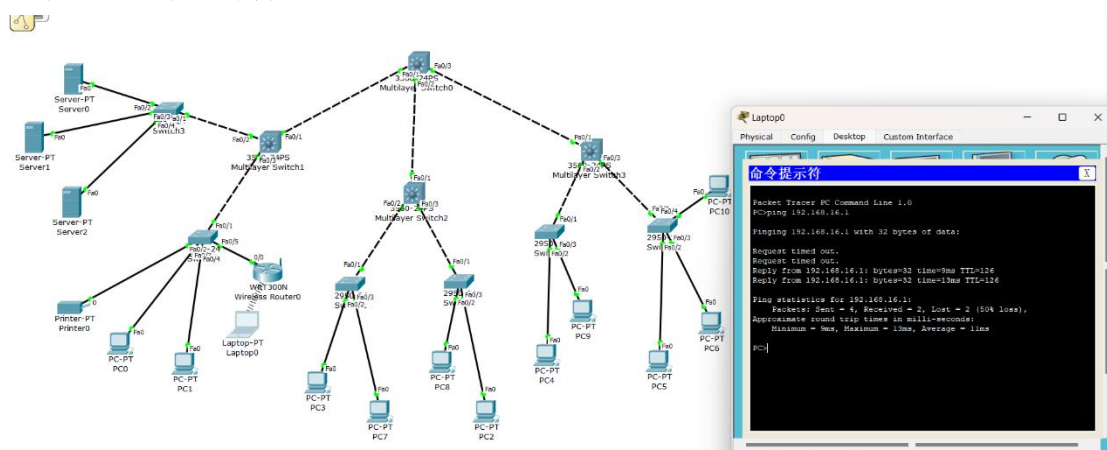
4. 宿舍区与服务器区相互通信



5. 宿舍区不能访问办公区和教学区



6. 无线网络访问服务器区



问题讨论：

问题思考：

1) 按该设计方式，能否满足实验需求；如果考虑同 Internet 的连接，该设计方案是否可行，说明你的根据？

答：能满足实验需求。分配的 IP 范围均满足设计需求，且无冲突。考虑同 Internet 的连接，该方案也是可行的。原因是：

- 配合 NAT 技术，静态路由可以实现校园网内部向 Internet 的访问。
- 防火墙和入侵检测系统的部署增强了网络的安全性。
- 同时采用了静态路由在校园网的网络拓扑变化较少的情况下，其简单性和稳定性可以确保网络的可靠性。

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

答：a.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，对全部校园网用户开放并且提供不间断的服务支持，数据交换频繁，负载较重，因此可以将服务器划分到不同子网，针对不同应用场景设置开放权限。

b.宿舍区人数较多，都在一个子网内，如果瘫痪，则会导致全部瘫痪，安全性较低，可以划分到多个子网路由当中。

3) 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？

答：在宿舍区用户较多但策略相同的情况下，选择划分两个或多个子网更为合适。

- 这样可以更有效地管理和维护网络，这有助于更好地监控和控制网络流量；
- 同时多个子网允许更灵活的网络规划和扩展，有助于避免 IP 地址耗尽和网络拥塞；
- 最后，不同子网可以采用不同的安全策略和防火墙规则，以减少潜在威胁和攻击的影响，提供更好的安全性。

4) 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）可行吗，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 正常吗，该区域的用户访问 Internet 正常吗？为什么？

答：可行，正常。因为这些 IP 均为私网 IP 地址，只在校园网的局域网作用范围内部生效，对外该申请交换信息时会被转换成上级节点的学校申请到合法注册的公有 IP 地址。

5) 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？

答：选择子网的大小应基于实际需求和未来扩展计划。较小的子网可能需要更频繁的管理和规划，而较大的子网提供更大的灵活性，但可能会导致 IP 地址浪费。因此，如果只需要 30 台以下的服务器，并且数量不再变化，希望更有效地使用 IP 地址，那么“IP 地址：192.168.16.0/27”可能更合适；而如果你的服务器数量可能随时间增长，那么为了适应未来扩展，那么“IP 地址：192.168.16.0/24”可能更合适。

实验总结：

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？

答：有的，在为宿舍区配置路由条目 `ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.23.1` 时使用了路由聚集技术，可以将到各个子网拆开设置，即将该句拆成 4 个：

```
ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

```
ip route 192.168.25.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

```
ip route 192.168.26.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

```
ip route 192.168.27.0 255.255.255.0 192.168.23.1
```

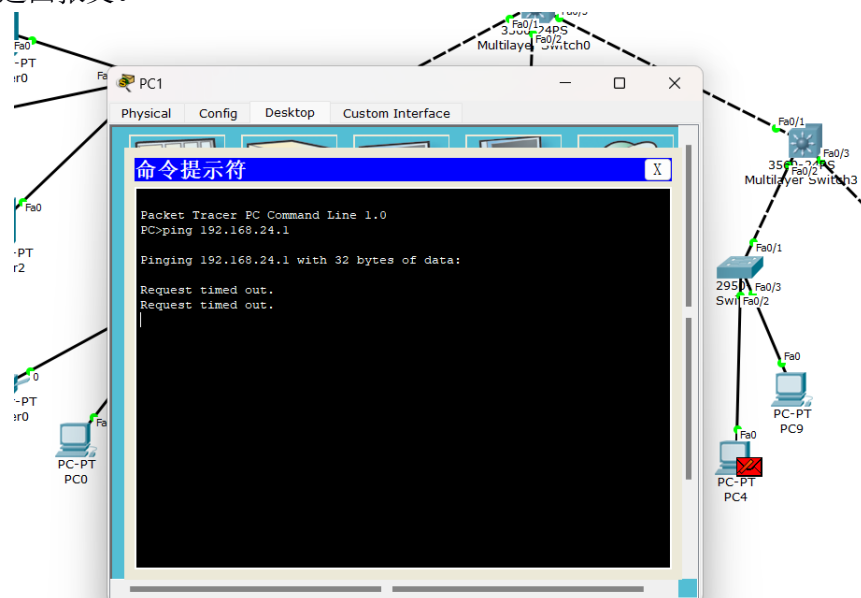
2) 汇聚层交换机中，宿舍区为何与其它汇聚层路由条目设置不同？

答：宿舍区的汇聚层交换机实现了隔离的功能。

- 其他区的汇聚层交换机路由条目中的目标 IP 地址为 0.0.0.0，即第三层交换机收到的所有数据报文都将转发给核心层交换机，不针对目标地址进行过滤；
- 而宿舍区的汇聚层交换机路由条目中目标 IP 地址为 192.168.16.0，即只有当目标 IP 地址位于服务器区中时该交换机才会将数据报文转发至核心层交换机；否则不对该数据报文进行路由，标记为不可达，从而实现宿舍区与教学区与办公区的隔离。

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？

答：不能，但是会显示请求超时。原因是宿舍区的汇聚层交换机进行了隔离，只能转发发往服务区的报文。因此来自办公室和教学区的报文能够正常到达宿舍区，但不能接收到宿舍区的返回报文。



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。

答：路由器的主要工作原理是，路由器的内部存在一张“路由表”，路由器就是靠着这张表进行数据包转发的。

- ✧ “路由表”中的路由条目可以是管理员手动自动添加的，也可以是路由器根据路由协议自动学习到的。
- ✧ 路由条目可以理解为“是告诉路由器，到相关网络该路由器应该将该数据包转发给谁（即下一步交给谁转发，循环这个过程，一直到目标网络）”。

交换机的主要工作原理是，交换机的内部存在一张“MAC 表”，交换机可以根据对数据包的分析，自动学习到数据包的源 MAC 地址，并将其映射到相关端口；再次通信时，交换机如果分析到目的地址为该 MAC 地址时，会将该数据包自动转发至此端口。

- ✧ 交换机有一定的策略寻找“MAC 表”中不存在的数据包地址，并对数据包进行相关操作。
- ✧ MAC 地址表中的条目会随着网络或终端的变化自动改变，交换机就是靠着这张“MAC 表”进行数据交换的。

心得体会：

1. 进一步理解网络建设的相关过程，了解基本的网络设备运行原理和配置技术
2. 对IP子网划分，子网掩码和默认网关的知识进一步理解。
3. 通过实际操作较为深入地理解路由表的作用，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。
4. 通过独立完成一个简单校园网络的基本建设、配置工作，对计算机网络中的网络层和链路层有了进一步的学习和了解。