



# Lab6 单域OSPF 的配置



温州大学  
WENZHOU UNIVERSITY

# 实验目的

1. 理解链路状态路由协议与距离矢量路由协议的异同
2. 掌握**OSPF**的工作原理与基本特点
3. 掌握单域**OSPF**的配置与管理
4. 掌握**OSPF**路由的测试

# 知识要点

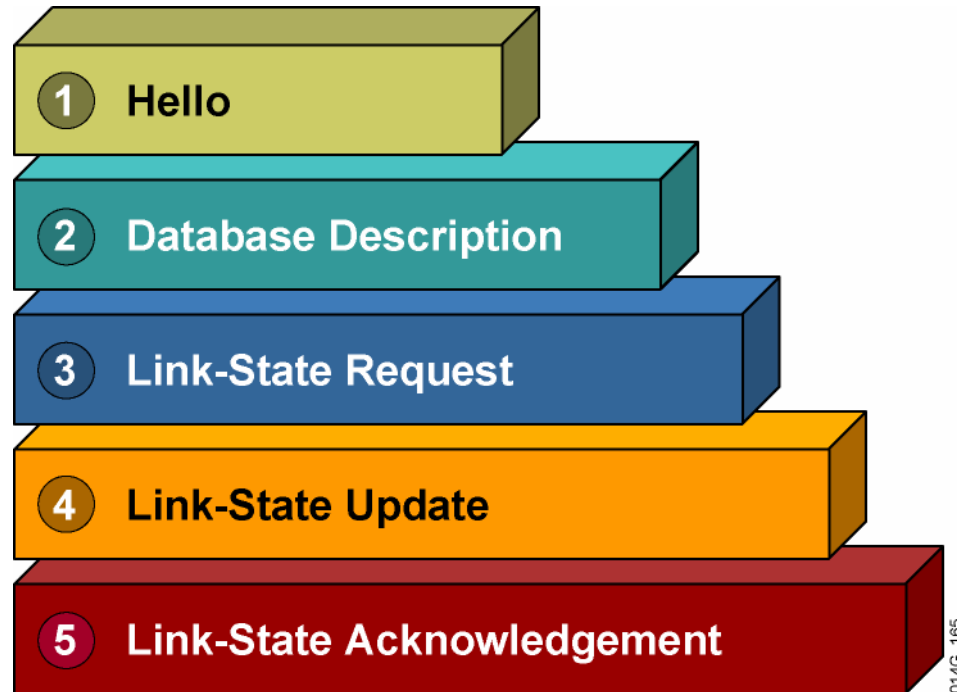
# OSPF特征

1. 可适应大规模网络;
2. 收敛速度快;
3. 无路由环路;
4. 支持**VLSM**和**CIDR**;
5. 支持等价路由;
6. 支持区域划分, 构成结构化的网络;
7. 提供路由分级管理;
8. 支持简单口令和**MD5**认证;
9. 以组播方式传送协议报文;
10. **OSPF**路由协议的管理距离是**110**;
11. **OSPF**路由协议采用**cost**作为度量标准;
12. **OSPF**维护邻居表、拓扑表和路由表

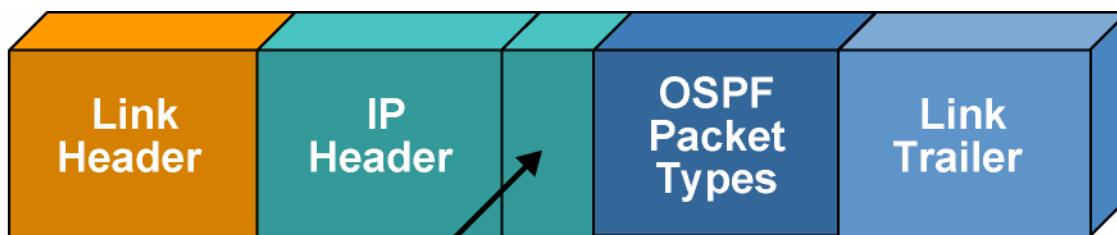
# OSPF术语

1. **LINK**：链路就是路由器用来连接网络的接口；
2. **LINK STATE**：用来描述路由器接口及其与邻居路由器的关系。所有链路状态信息构成链路状态数据库；
3. **AREA**：有相同的区域标志的一组路由器和网络的集合。在同一个区域内的路由器有相同的链路状态数据库；
4. **AS**：采用同一种路由协议交换路由信息的路由器及其网络构成一个自治系统；
5. **LSA**：**LSA**用来描述路由器的本地状态，**LSA**包括的信息有关于路由器接口的状态和所形成的邻接状态；
6. **SPF**算法：**OSPF**路由协议的基础。也被称为**Dijkstra**算法，这是因为**SPF**是由**Dijkstra**发明的。**OSPF**路由器利用**SPF**，独立地计算出到达任意目的地的最佳路由。

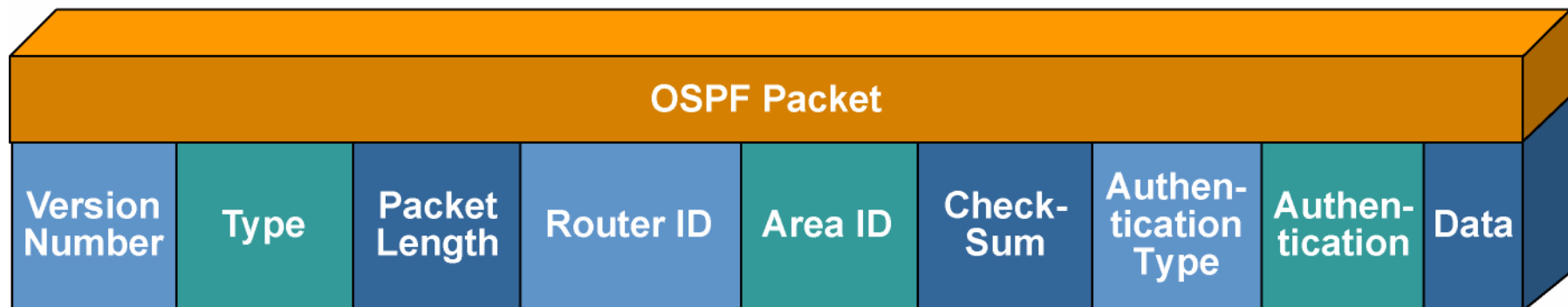
# OSPF 数据包类型



# OSPF 的数据封装



Protocol  
ID No.  
89 = OSPF



014G\_166

# OSPF的接口状态

---

**DOWN**

**INIT**

**TWO-WAY**

**EXSTART**

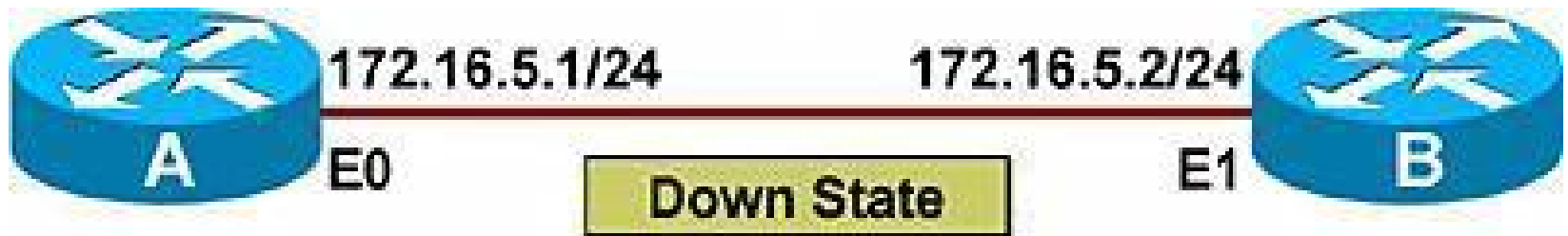
**EXCHANGE**

**LOADING**

**FULL**



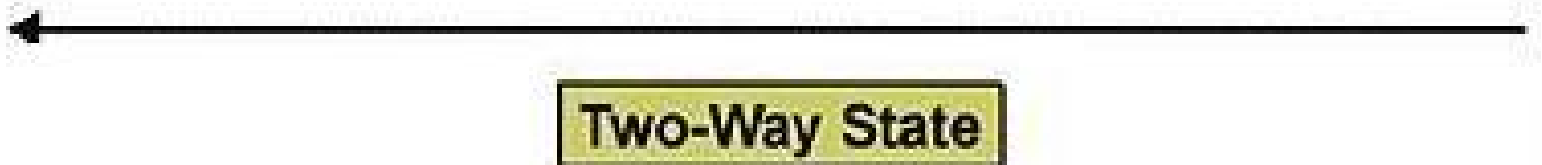
# OSPF接口状态(续1)



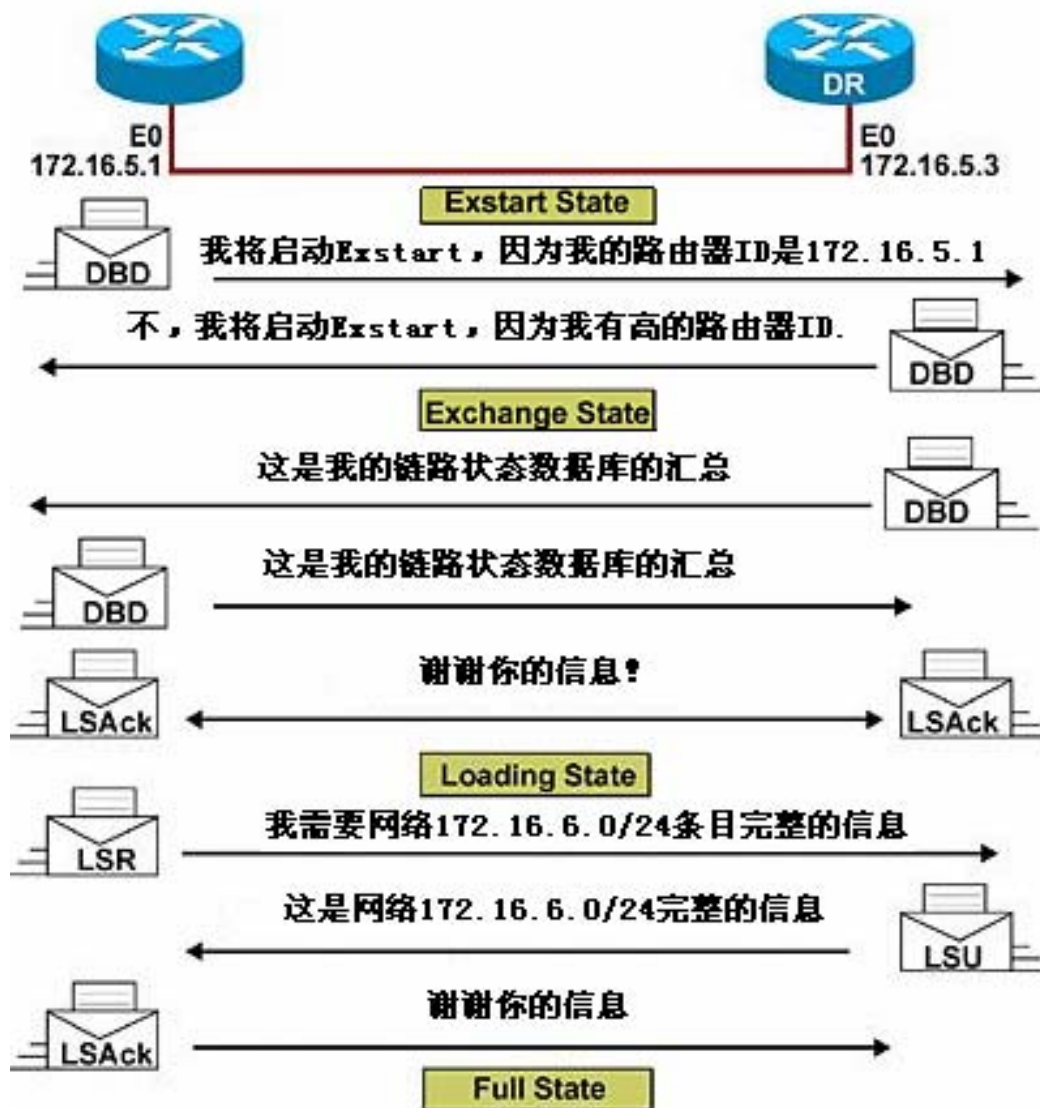
我的路由器ID是172.16.5.1, 我没有看到任何路由器。



我的路由器ID是172.16.5.2, 我看到了172.16.5.1.



# OSPF接口状态(续2)



# OSPF邻居关系不能建立的常见原因

- ① **hello**间隔和**dead** 间隔不同；
- ② 区域号码不一致；
- ③ 特殊区域（如**stub**， **nssa**等）区域类型不匹配；
- ④ 认证类型或密码不一致；
- ⑤ 路由器**ID**相同；
- ⑥ **Hello**包被**ACL deny**；
- ⑦ 链路上的**MTU** 不匹配；
- ⑧ 接口下**OSPF**网络类型不匹配

# OSPF网络类型

网络类型	确定性特性	是否选举DR	Hello 间隔 (秒)	Dead 间隔 (秒)
广播多路访问	Ethernet	是	10	40
非广播多路访问	Frame Relay、 X.25	是	30	120
点到点	PPP、HDLC	否	10	40
点到多点	管理员配置	否	30	120

# DR选举的原则

- ① 首要因素是时间，最先启动的路由器被选举成**DR**；
- ② 如果同时启动，或者重新选举，则看接口优先级（范围为**0-255**），优先级最高的被选举成**DR**，默认情况下，多路访问网络的接口优先级为**1**，点到点网络接口优先级为**0**，修改接口优先级的命令是“**ip ospf priority**”，如果接口的优先级被设置为**0**，那么该接口将不参与**DR**选举；
- ③ 如果前两者相同，最后看路由器**ID**，路由器**ID**最高的被选举成**DR**；

**注意：**DR选举是非抢占的，除非人为地重新选举。重新选举**DR**的方法有两种，一是路由器重新启动，二是执行“**clear ip ospf process**”命令

# 确定Router ID优先顺序

1. 如果在**OSPF**进程中用命令“**router-id**”指定了路由器ID,那么这是最优先的;
2. 如果没有在**OSPF**进程中指定了路由器ID, 那么选择**IP**地址最大的**Loopback**接口的**IP**地址为**Router ID**; 如果只有一个**Loopback**接口, 那么**Router ID**就是这个**Loopback**的地址;
3. 如果没有**Loopback**接口, 就选择最大的活动的物理接口的**IP**地址为**Router ID**。

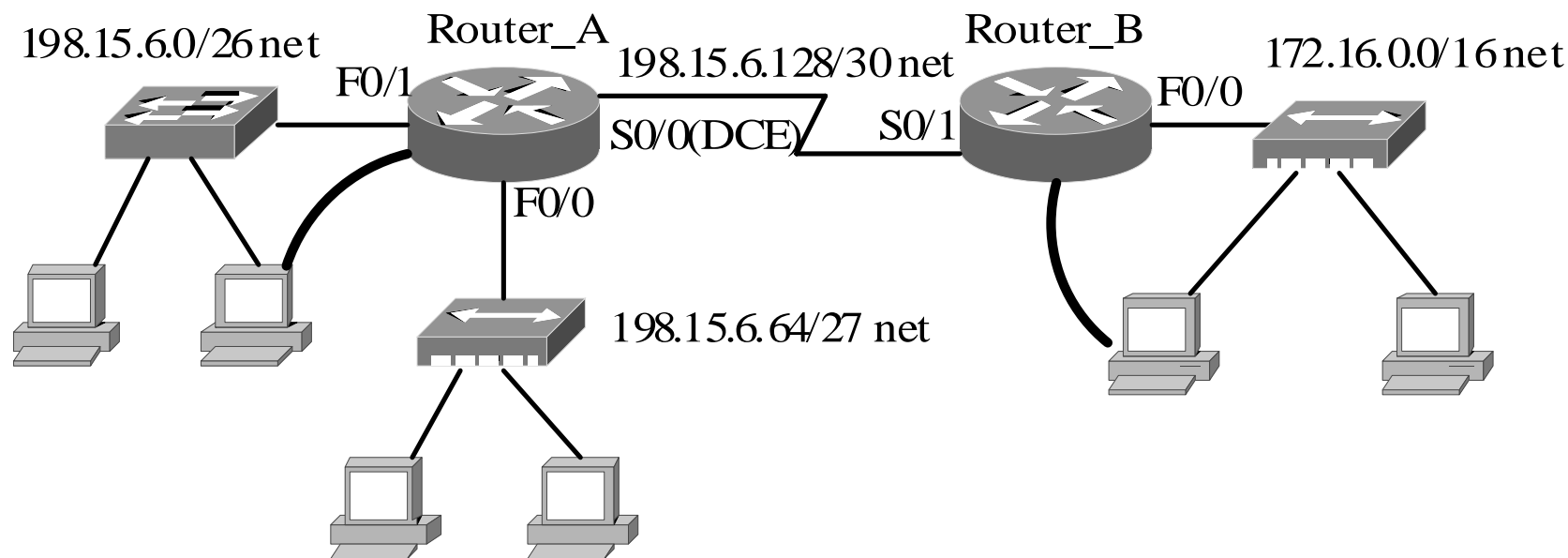
# 实验内容1

## OSPF的基本配置

1. 根据需求正确规划**OSPF**路由
2. 使用相关的命令配置与测试**OSPF**路由

（注：实验室中进行）

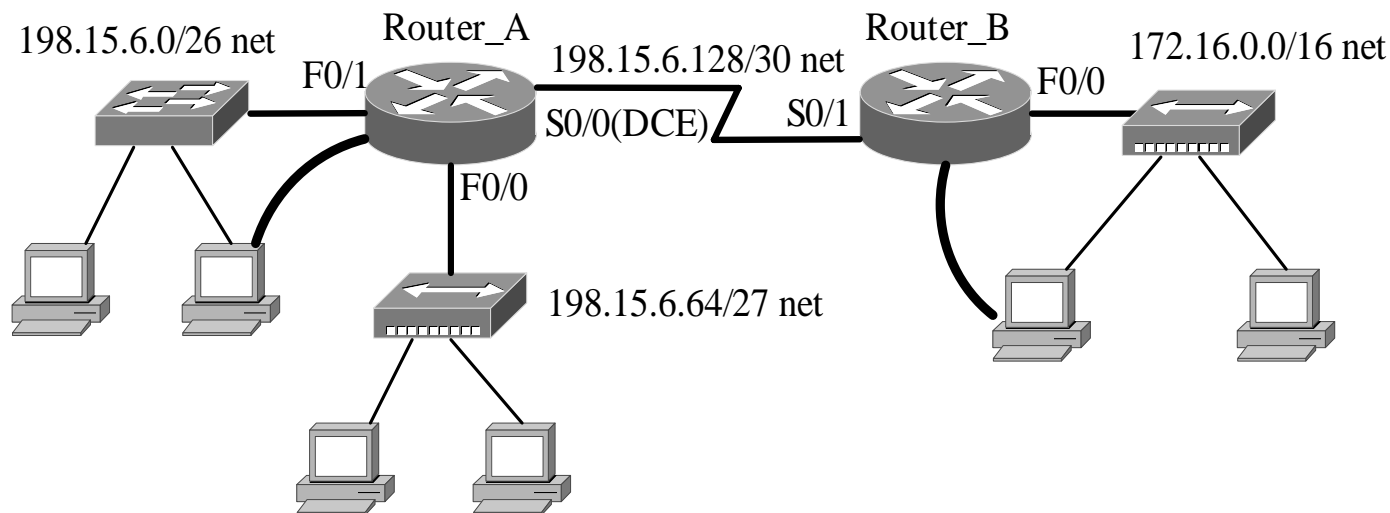
# 实验拓扑1



- 在两个路由器构成的上述网络环境中进行**OSPF**的配置，以实现各主机之间的**IP**通信。
- 将路由表的结果记录在实验报告中。



# 实验步骤0：路由规划



- 根据拓扑结构和连通需求进行必要的规划，包括：
  - a) 全局规划(若需要的话)
  - b) 接口相关的规划：关于各**PC**主机的**IP**地址与缺省网关配置参数请依各机器所在网段的网络号及其子网掩码自行指定
  - c) 路由规划
- 要求规划在实验开始前完成，并以恰当的表格形式表示

# 实验步骤1：设备初始状态检查

- 在主机上完成系统当前配置状态的检查
- 在路由器上完成路由器当前配置状态的检查，包括全局配置、接口配置和路由配置，如路由表中存在无关的路由表项，可用相关的命令来清空：
  - a) 删除静态路由用全局配置命令“**no ip route**”命令
  - b) 删除动态路由协议采用全局配置命令“**no router routing-protocol**”

## 实验步骤2：主机与接口的IP配置

### ■主机与接口的**Configuration**:

- ✓在相关主机上完成主机的**IP**配置（包括**IP**地址、默认网关）
- ✓在相关路由器上完成接口的**IP**配置，确保直连网络的连通性
- ✓若是串行接口，注意配置**DCE**端的同步时钟

### ■主机与接口的**Verification**:

- ✓在主机上检测主机与默认网关之间的连接性
- ✓在路由器上检查路由表是否有直连网络的表项

# 实验步骤3：在各路由器上进行 OSPF的配置

**OSPF路由命令用法提示：**

1)启动**OSPF**路由协议

Router(config)#router ospf *process id*

2)指定相关的网络或子网络

Router(config-router)# network *network-address* *wildcard-mask* area *area-id*

# 命令要点提示

- (1) 如果要想启动**OSPF**路由进程，至少确保有一个路由器接口是**up**的
- (2) *process id*的范围在**1-65535**之间，且只有本地含义，不同路由器上的进程**ID**可以不同；
- (3) *area-id*是在**0-4294967295**内的十进制数，也可以是IP地址的格式**A.B.C.D**。当区域**ID**为**0**或**0.0.0.0**时称为主干区域；
- (4) 在高版本的**IOS**中通告**OSPF**网络的时候，网络号的后面可以跟网络掩码，也可以跟通配掩码。

## 实验步骤4： OSPF路由的测试

- **show ip protocols** 显示与路由协议相关的参数与定时器信息。
- **show ip route ospf**显示IP路由表的有关**OSPF**的内容。
- **show ip OSPF interface** 显示与**OSPF**有关的接口配置与状态信息。
- **show ip OSPF neighbor**显示**OSPF**邻居路由器的接口与状态等信息。
- **show running-config** 查看是否存在路由协议配置的问题。
- **debug ip ospf** 实时地显示路由器所收到或发送的**ospf**路由更新信息。
- **Ping & Traceroute**

# 测试命令举例之一：**show ip route ospf**

**R2#show ip route ospf**

**1.0.0.0/32** is subnetted, 1 subnets

○ **1.1.1.1 [110/782]** via 192.168.12.1, 00:18:40, Serial0/0/0

**3.0.0.0/32** is subnetted, 1 subnets

○ **3.3.3.3 [110/782]** via 192.168.23.3, 00:18:40, Serial0/0/1

**4.0.0.0/32** is subnetted, 1 subnets

○ **4.4.4.4 [110/1563]** via 192.168.23.3, 00:18:40, Serial0/0/1

○ **192.168.34.0/24 [110/1562]** via 192.168.23.3, 00:18:41, Serial0/0/1

注意：上述结果中的“/32”表示与环回接口相关的**OSPF**路由条目，所有环回接口**OSPF**路由条目中的掩码长度都是**32**位，这是环回接口的特性。

# 测试命令举例之二：**show ip protocol**

**R1#show ip protocols**

**Routing Protocol is "ospf 1"**

**//当前路由器运行的OSPF进程ID**

**Outgoing update filter list for all interfaces is not set**

**Incoming update filter list for all interfaces is not set**

**Router ID 2.2.2.2**

**//本路由器ID**

**Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa**

**//本路由器参与的区域数量和类型**

**Maximum path: 4**

**//支持等价路径最大数目**



## 测试命令举例之二: **show ip protocol** (续)

**Routing for Networks:**

**2.2.2.0 0.0.0.255 area 0**

**192.168.12.0 0.0.0.255 area 0**

**192.168.23.0 0.0.0.255 area 0**

//以上四行表明**OSPF**通告的网络以及这些网络所在的区域

**Reference bandwidth unit is 100 mbps** //参考带宽为**10<sup>8</sup>**

**Routing Information Sources:**

<b>Gateway</b>	<b>Distance</b>	<b>Last Update</b>
----------------	-----------------	--------------------

<b>4.4.4.4</b>	<b>110</b>	<b>00:08:36</b>
----------------	------------	-----------------

<b>3.3.3.3</b>	<b>110</b>	<b>00:08:36</b>
----------------	------------	-----------------

<b>1.1.1.1</b>	<b>110</b>	<b>00:08:36</b>
----------------	------------	-----------------

//以上**5**行表明路由信息源

**Distance: (default is 110)** //OSPF路由协议默认的管理距离

## 测试命令举例之三： **show ip ospf neighbor**

**R2#show ip ospf neighbor**

<b>Neighbor ID</b>	<b>Pri</b>	<b>State</b>	<b>Dead Time</b>	<b>Address</b>	<b>Interface</b>
<b>3.3.3.3</b>	<b>0</b>	<b>FULL/ -</b>	<b>00:00:35</b>	<b>192.168.23.3</b>	<b>Serial0/0/1</b>
<b>1.1.1.1</b>	<b>0</b>	<b>FULL/ -</b>	<b>00:00:38</b>	<b>192.168.12.1</b>	<b>Serial0/0/0</b>

- ① **Pri**: 邻居路由器接口的优先级;
- ② **State**: 邻居路由器接口的当前状态;
- ③ **Dead Time**: 清除邻居关系前等待的最长时间;
- ④ **Address**: 邻居接口的地址;
- ⑤ **Interface**: 自己和邻居路由器相连接口;
- ⑥ **"-"**: 表示点到点的链路上**OSPF**不进行**DR**选举

# 测试命令举例之四： **show ip ospf interface**

```
R#show ip ospf interface s0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
```

```
Internet Address 192.168.12.2/24, Area 0
```

//该接口的地址和运行的**OSPF**区域

```
Process ID 1, Router ID 2.2.2.2, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 781
```

//进程**ID**，路由器**ID**，网络类型，接口**Cost**值

```
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
```

//接口的延迟和状态

```
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
```

```
oob-resync timeout 40
```

//显示几个计时器的值

```
Hello due in 00:00:05
```

//距离下次发送**Hello**包的时间

## 测试命令举例之四: **show ip ospf interface**(续)

**Supports Link-local Signaling (LLS)**

//支持**LLS**

**Cisco NSF helper support enabled**

**IETF NSF helper support enabled**

//以上两行表示启用了**IETF**和**Cisco**的**NSF**功能

**Index 1/1, flood queue length 0**

**Last flood scan length is 1, maximum is 1**

**Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec**

**Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1**

//邻居的个数以及已建立邻接关系的邻居的个数

**Adjacent with neighbor 1.1.1.1**

//已经建立邻接关系的邻居路由器**ID**

**Suppress hello for 0 neighbor(s)**

//没有进行**Hello**抑制

# 测试命令举例之五: `show ip ospf database`

```
R2#show ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (2.2.2.2) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	240	0x80000005	0x00BA35	3
2.2.2.2	2.2.2.2	1308	0x80000008	0x00D7C0	5
3.3.3.3	3.3.3.3	1310	0x80000007	0x00282D	5
4.4.4.4	4.4.4.4	44	0x80000004	0x009AFE	3

- ① **Link ID:** 是指**Link State ID**,代表整个路由器,而不是某个链路;
- ② **ADV Router:** 是指通告链路状态信息的路由器**ID**;
- ③ **Age:** 老化时间;
- ④ **Seq#:** 序列号;
- ⑤ **Checksum:** 校验和;
- ⑥ **Link count:** 通告路由器在本区域内的链路数目

# 测试命令举例之六: **show ip ospf process-id**

**R2#show ip ospf 1** //用于显示指定的OSPF进程的细节

**Routing Process "ospf 1" with ID 2.2.2.2**

.....

## **Area BACKBONE(0)**

**Number of interfaces in this area is 3** //该路由器在本区域的接口个数

**Area has no authentication** //没有启动区域认证

**SPF algorithm last executed 00:15:07.580 ago**

**SPF algorithm executed 9 times** //执行SPF算法的次数

**Area ranges are**

**Number of LSA 4. Checksum Sum 0x02611A**

**Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000**

**Number of DCbitless LSA 0**

**Number of indication LSA 0**

**Number of DoNotAge LSA 0**

**Flood list length 0**

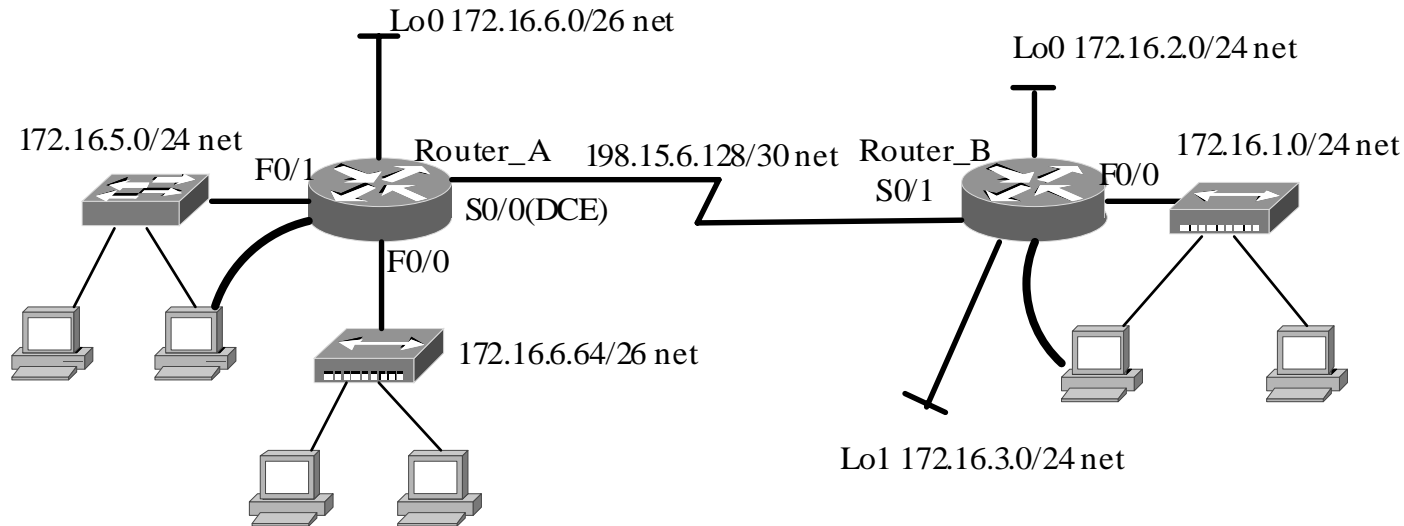
## 实验内容2

### 非连续VLSM环境下的ospf配置

1. 正确规划非连续子网环境下的ospf路由
2. 关注ospf的自动汇聚功能对网络通信的影响
3. 使用相关的命令配置与测试所配置的ospf路由  
(注：实验室中，物理设备上或PacketTracer中进行)

# 网络拓扑2-A与任务说明

(注：该拓扑较简单，适合于在实验室进行)



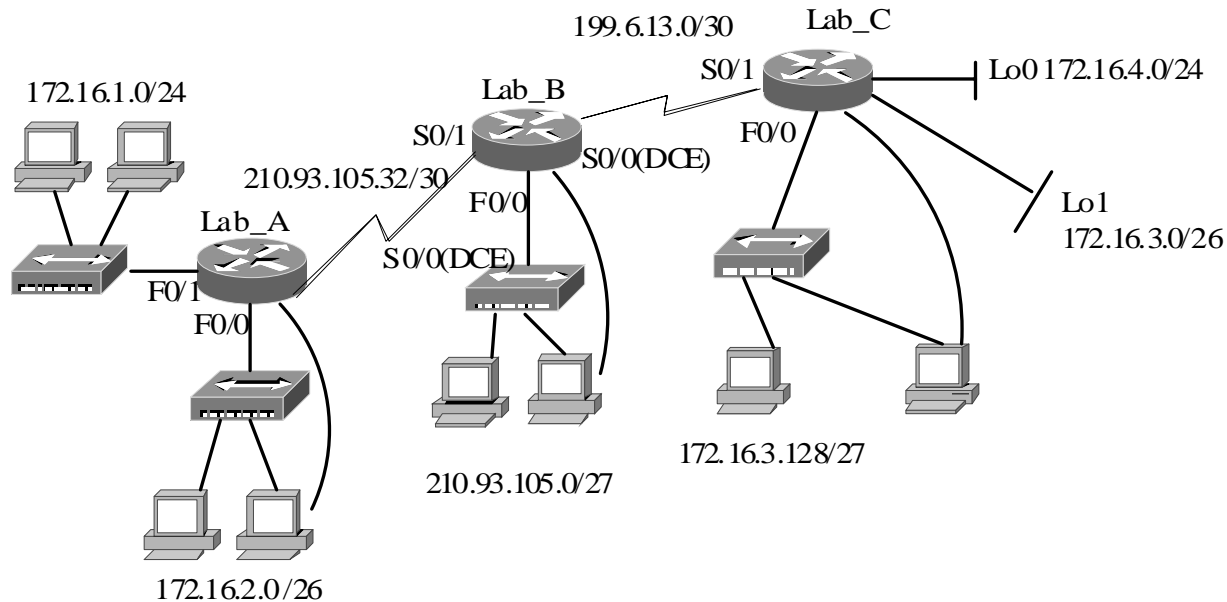
■在两个路由器构成的上述网络环境中进行ospf的配置，以实现各主机之间的IP通信。

■提醒：尽管该网络环境中存在非连接的子网，但ospf在缺省状态下其自动汇聚（auto summarization）功能是关闭的。这一点与RIP恰好相反。



# 网络拓扑2-B与任务说明

(注：适合在PacketTracer中进行)



■在三个路由器构成的上述网络环境中进行**ospf**的配置，以实现各主机之间的**IP**通信。

■**提醒**：尽管该网络环境中存在非连接的子网，但**ospf**在缺省状态下其自动汇聚（**auto summarization**）功能是关闭的，即不在主网络边界对子网进行汇聚，这一点与**RIP**恰好相反。

# 系列实验步骤与命令提醒

- 与前面的实验内容1类似，不再细述
- 缺省状态下，**OSPF**的自动汇聚功能是关闭的
- 若要开启**ospf**的自动汇聚（**auto summarization**）功能，使用下面的命令：

```
Router(config)#router ospf process-id
```

```
Router(config-router)#auto-summary
```

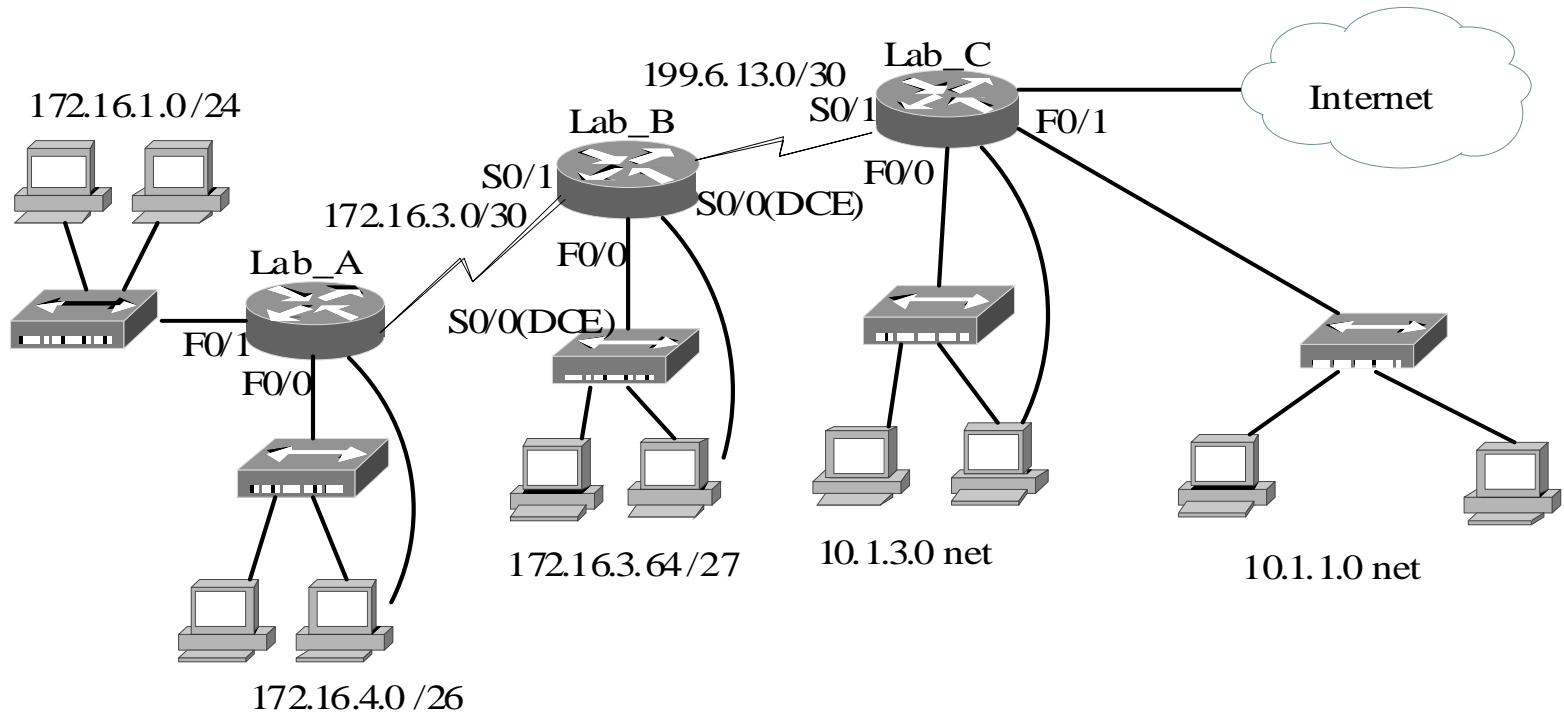
## 实验内容3

### ospf的路由重定向功能

1. 规划与配置缺省路由
2. 在ospf域中注入缺省路由
3. 使用相关的命令配置与测试上述功能

(注：课外**PacketTracer**环境中自行完成，若时间多余的学生可在实验室中选做)

# 实验拓扑3与选做任务一



上述网络环境中，**Lab\_A** 和**Lab\_B**为某校园网的一部分，其中**Lab\_B**为校园网的边界路由器，**Lab\_C**为**ISP**的路由器，请使用你所学的静态路由（含缺省路由）和**ospf**知识与技能完成上述网络的路由规划与配置，以实现校园网络与**Internet**的**IP**通信。

## 实验拓扑3与选做任务二：规划与配置提醒

### 路由规划建议：

1)校园网内部使用**ospf**协议

2)在边界路由器与**ISP**路由器之间使用静态路由(含缺省路由)

3)为了在校园网内部的**RIPv2**路由器上传递边界路由器上的缺省路由信息，需要在边界路由器(如**Lab\_B**)上启用缺省路由的注入功能

4)启用缺省路由的注入功能的命令：

```
Router(config)#router ospf process-id
```

```
Router(config-router)# default-information originate
```

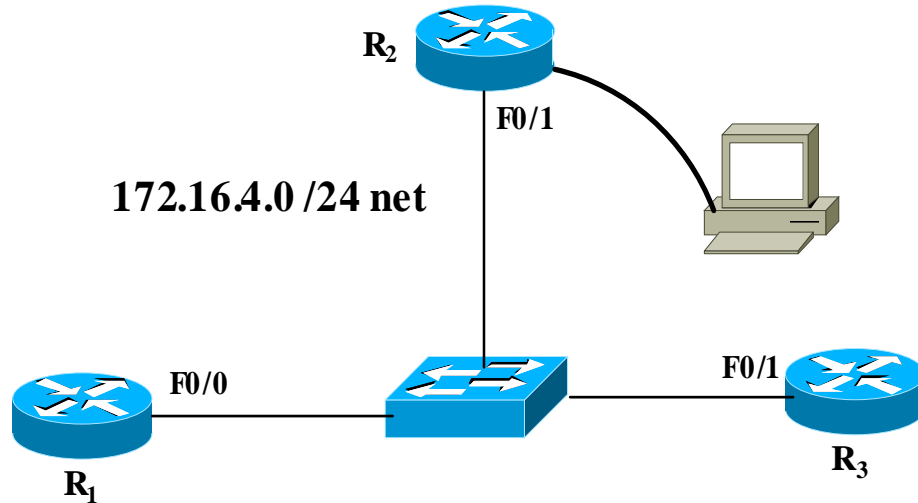
## 实验内容4

### **Multiaccess 环境中的ospf**

- 1. 理解DR/BDR的作用**
- 2. 掌握控制DR/BDR选取的方法**
- 3. 使用相关的命令测试或检查DR/BDR的选取结果**

（注：课外**PacketTracer**环境中自行完成，若时间多余的学生可在实验室中选做）

# 实验拓扑4与选做任务二



上述网络环境中，用三种不同的方式实现**DR**与**BDR**的选举

1) **Router ID - Active Interface**: 配置各路由器的以太网接口，使得R<sub>1</sub>与R<sub>2</sub>分别成为**DR**与**BDR**

2) **Router ID - Loopback Interface**: 配置各路由器的环回接口的IP地址，使得R<sub>2</sub>与R<sub>3</sub>分别成为**DR**与**BDR**

3) **Priority**: 配置各路由器相关接口上的**Priority** 值，使得R<sub>3</sub>与R<sub>1</sub>分别成为**DR**与**BDR**

# 实验思考题

---

参见教材中所提供的思考题