



SSUB-080-3

ZXSS10学习基础——

# 路由基础

中兴通讯学院

NGN课程开发室

中兴通讯学院

<本文中的所有信息归中兴通讯股份有限公司所有，未经允许，不得外传>

[univ.zte.com.cn](http://univ.zte.com.cn)



# 内容提要

---

- ➡ **路由器的定义**
- ➡ **基本概念**
- ➡ **路由器工作原理**
- ➡ **IP路由过程**



## 路由器的定义

---

- 路由器——用于网络互连的计算机设备
- 路由器必须具备：
  - 多个三层接口连接不同的网络
  - 协议至少向上实现到网络层
  - 具有存储、转发、寻径功能



## 路由器的作用

---

- 路由器的核心作用是实现网络互连，数据转发
  - 路由（寻径）：路由表建立、刷新、查找
  - 在网络之间转发分组数据
  - 隔离广播，指定访问规则
  - 异种网络互连
  - 子网间的速率适配



# 内容提要

---

- ➡ 路由器的定义
- ➡ **基本概念**
- ➡ 路由器工作原理
- ➡ **IP路由过程**

- 被路由协议 (**routed protocol**)
- 路由协议 (**route protocol**)
- ✚ 路由表 (**routing table**)
- ✚ 度量值 (**metric**)
- ✚ 直连路由 (**connected route**)
- ✚ 静态路由 (**static route**)
- ✚ 动态路由 (**dynamic route**)
- ✚ 缺省路由 (**default route**)
- ✚ 路由优先级 (**distance**)
- ✚ 最深匹配原则 (**the longest matching principle**)
- ✚ 有类路由与无类路由 (**classful route and classless route**)



# 被路由协议与路由协议

- 被路由协议（Routed Protocol）

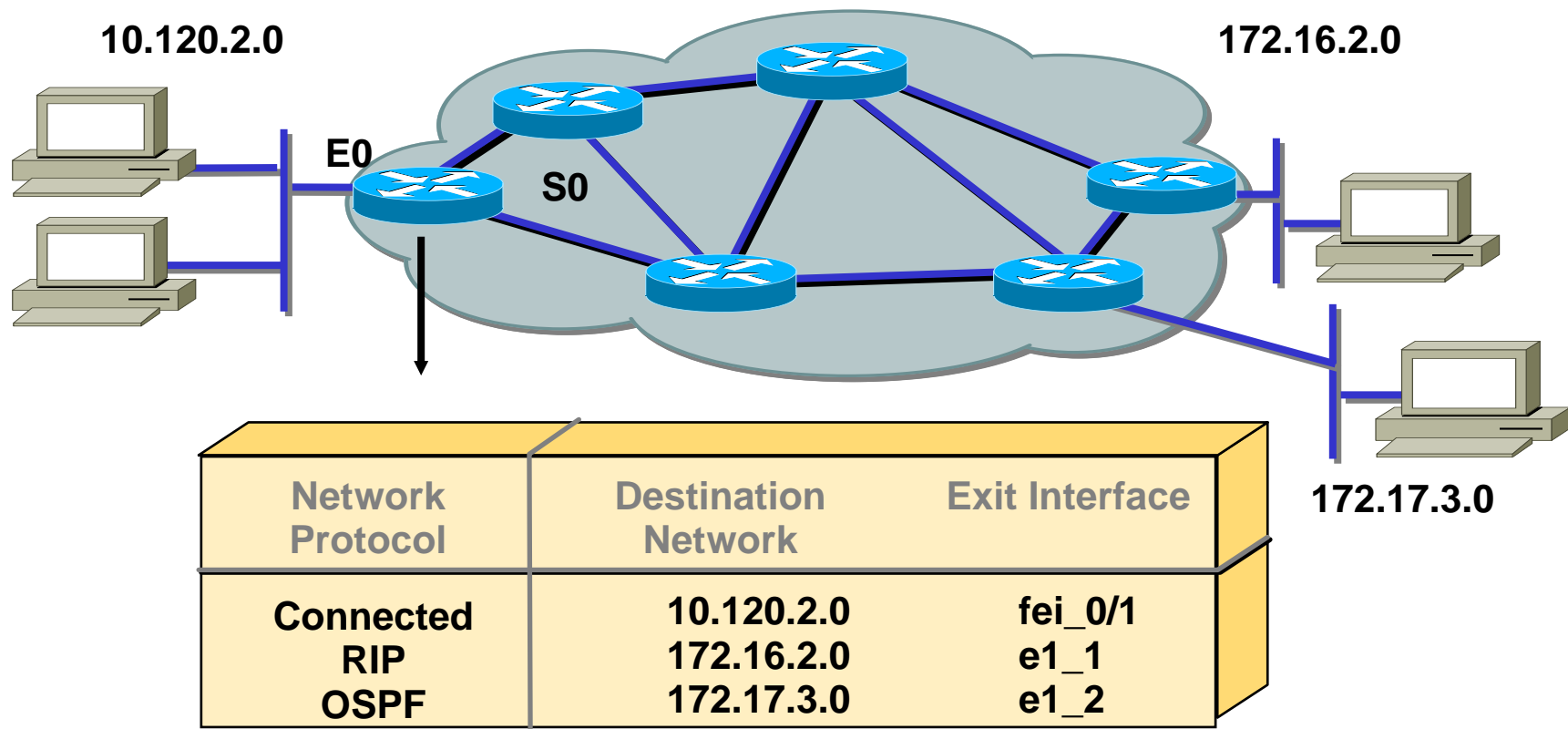
被路由协议是由最终节点使用的网络通讯协议，以将数据和网络层地址信息一起封装在数据包中，目的是它可以通过互连网络进行中继。AppleTalk、IP和IPX都是被路由协议。当一个协议不支持网络层地址时，那么它就不是一个被路由协议

- 路由协议（Routing Protocol）

路由器使用路由协议建立和维护路由表。路由协议使路由器可以了解没有直接连接的网络的状态并不断与其他的路由器上相同的路由协议进程通信，当网络中发生状态变化时，路由表中的信息可以随网络状态变化自动更新。



# 被路由协议与路由协议



被路由协议: IP  
路由协议: RIP, OSPF



- 路由器为执行数据转发路径选择所需要的信息被包含在路由器的一个表项中，称为“路由表”
- 当路由器检查到包的**目的IP地址**时，它就可以根据路由表的内容决定包应该转发到哪个下一跳地址上去。
- 路由表被存放在路由器的RAM上



# 路由表的构成

---

- 路由表的构成

- 1、目的网络地址 (Dest)
- 2、掩码 (Mask)
- 3、下一跳地址 (Gw)
- 4、发送的物理端口 (interface)
- 5、路由信息的来源 (Owner)
- 6、路由优先级 (pri)
- 7、度量值 (metric)



# 路由表的构成

- 路由表构成示例

| Dest       | Mask          | Gw      | Interface | Owner  | pri | metric |
|------------|---------------|---------|-----------|--------|-----|--------|
| 172.16.8.0 | 255.255.255.0 | 1.1.1.1 | fei_0/1.1 | static | 1   | 0      |

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| 172.16.8.0    | -- 目的逻辑网络地址或子网地址           |
| 255.255.255.0 | -- 目的逻辑网络地址或子网地址的网络掩码      |
| 1.1.1.1       | -- 下一跳逻辑地址                 |
| fei_0/1.1     | -- 学习到这条路由的接口和数据的转发接口      |
| static        | -- 路由器学习到这条路由的方式 (静态路由的方式) |
| 1             | -- 路由优先级                   |
| 0             | -- Metric 值                |



# 路由表的建立和维护

---

- 路由表最开始是如何建立起来的？
- 在路由表建立起来之后，是如何进行维护的？



# 路由分类

直连路由

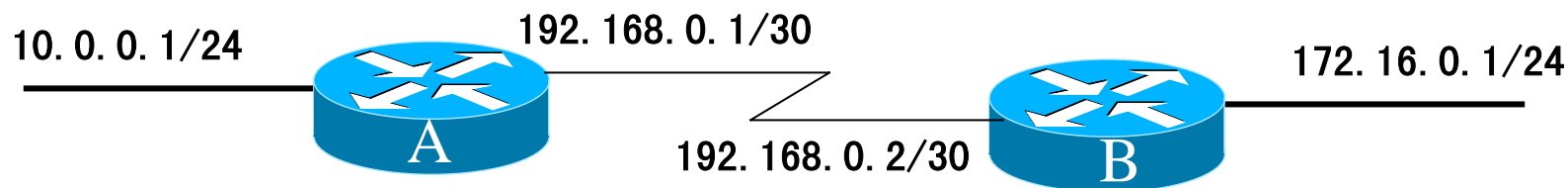
静态路由

缺省路由

动态路由



## 直连路由



IPv4 Routing Table:

| Dest        | Mask            | Gw          | Interface | Owner   | pri | metric |
|-------------|-----------------|-------------|-----------|---------|-----|--------|
| 10.0.0.0    | 255.255.255.0   | 10.0.0.1    | fei_0/1   | direct  | 0   | 0      |
| 10.0.0.1    | 255.255.255.255 | 10.0.0.1    | fei_0/1   | address | 0   | 0      |
| 192.168.0.0 | 255.255.255.252 | 192.168.0.1 | e1_1      | direct  | 0   | 0      |
| 192.168.0.1 | 255.255.255.255 | 192.168.0.1 | e1_1      | address | 0   | 0      |

ZXR10#

### ➤ 直连路由

当接口配置了网络协议地址并状态正常时，接口上配置的网段地址自动出现在路由表中并与接口关联，并随接口的状态变化在路由表中自动出现或消失

中兴通讯学院

<本文中的所有信息归中兴通讯股份有限公司所有，未经允许，不得外传>

univ.zte.com.cn



# 静态路由

系统管理员手工设置的路由称之为静态（static）路由，一般是在系统安装时就根据网络的配置情况预先设定的，它不会随未来网络拓扑结构的改变自动改变。

优点：不占用网络、系统资源

安全

缺点：需网络管理员手工逐条配置

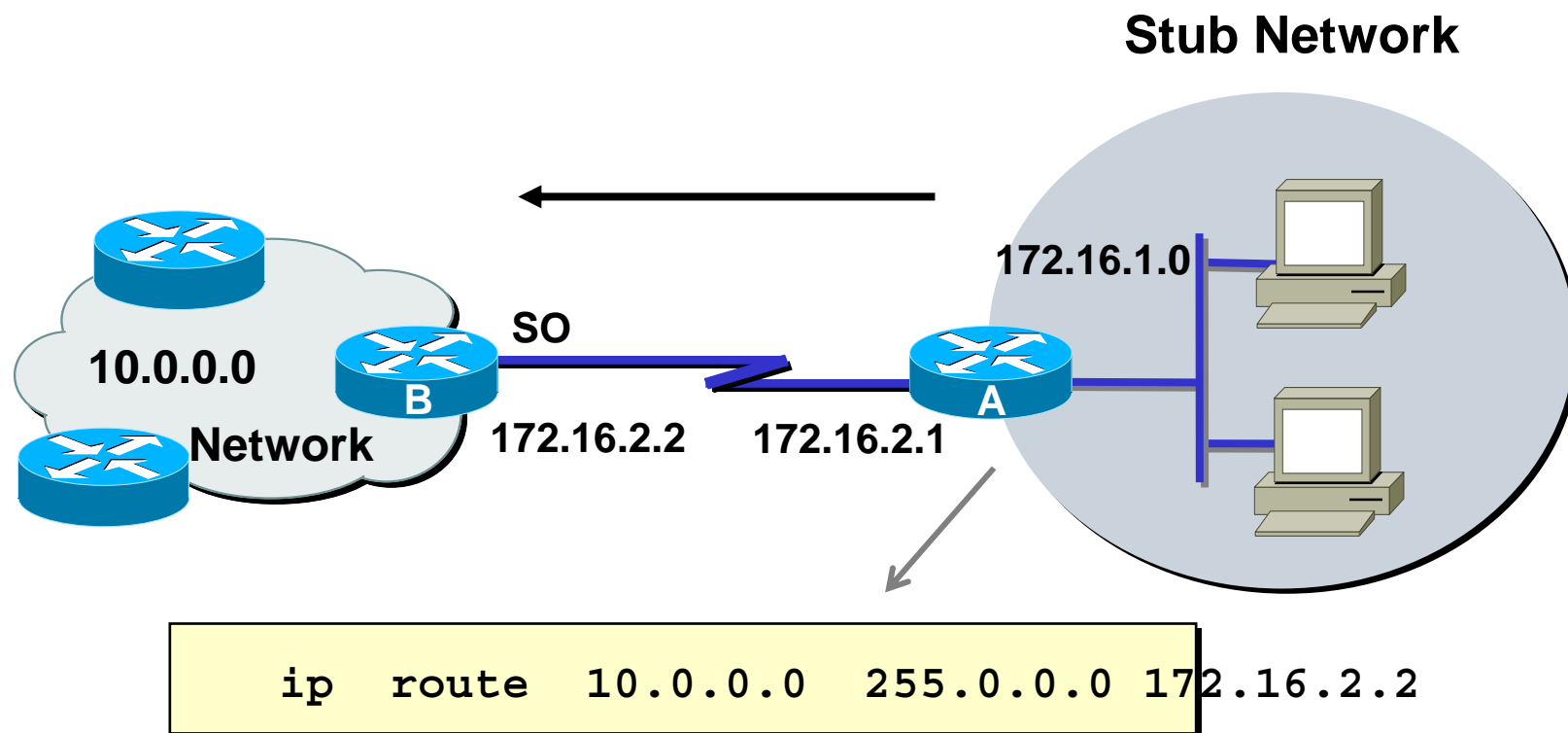
不能自动对网络状态变化做出调整

注：在无冗余连接网络中，静态路由可能是最佳选择

静态路由是否出现在路由表中取决于下一跳是否可达



# 静态路由配置



这是一条单向路由，还需要在对方的路由器上配置一条相反的路由。





# 缺省路由

---

缺省路由是一个路由表条目，用来指明一些在下一跳没有明确地列于路由表中的数据单元应如何转发。

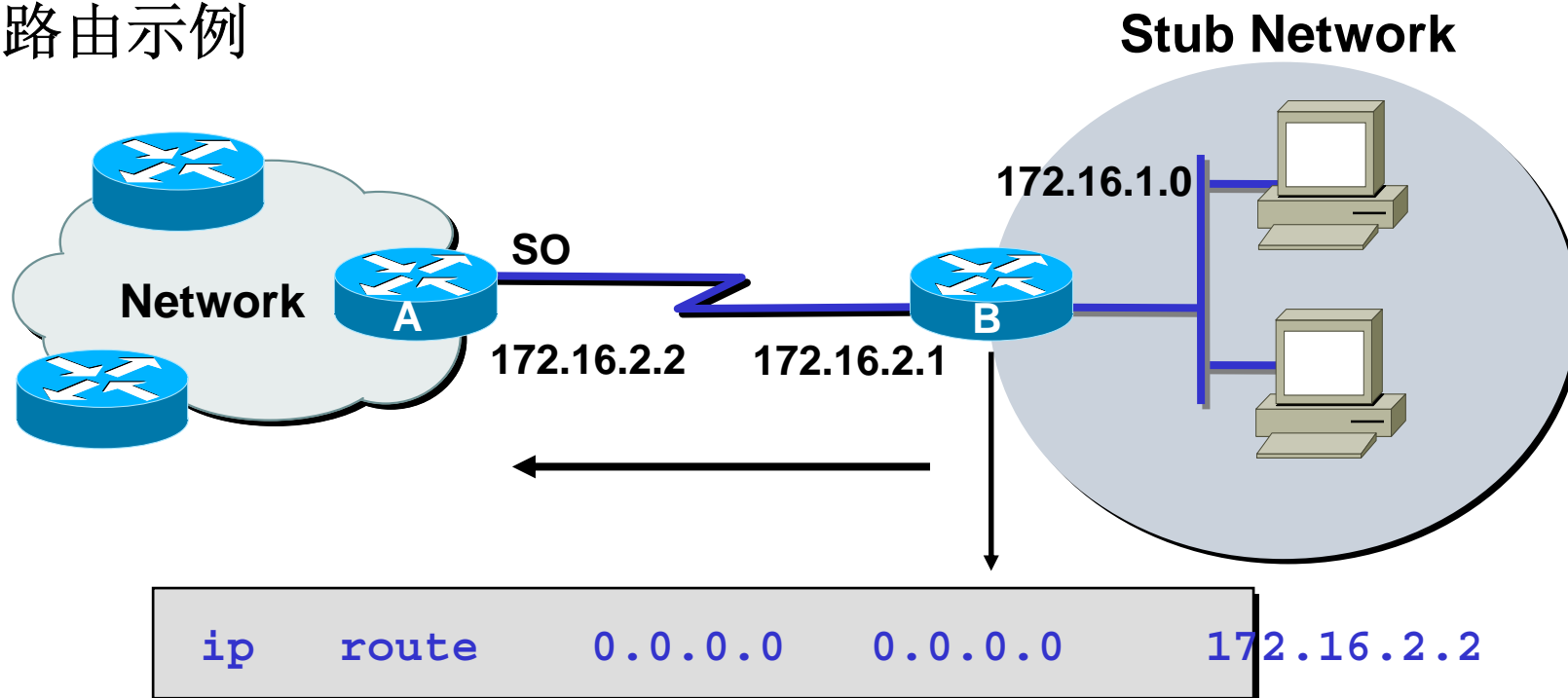
缺省路由可以是管理员设定的静态路由，也可能是某些动态路由协议自动产生的结果

**优点：极大减少路由表条目**

**缺点：不正确配置可能导致路由环路  
可能导致非最佳路由**

注：在 stub 网络出口路由器上，缺省路由是最佳选择  
静态路由是否出现在路由表中取决于下一跳是否可达

## 缺省路由示例



这条路由可以配置在只有一条出口的“根状网络”的出口路由器上，可以访问“未知的”目的网络。



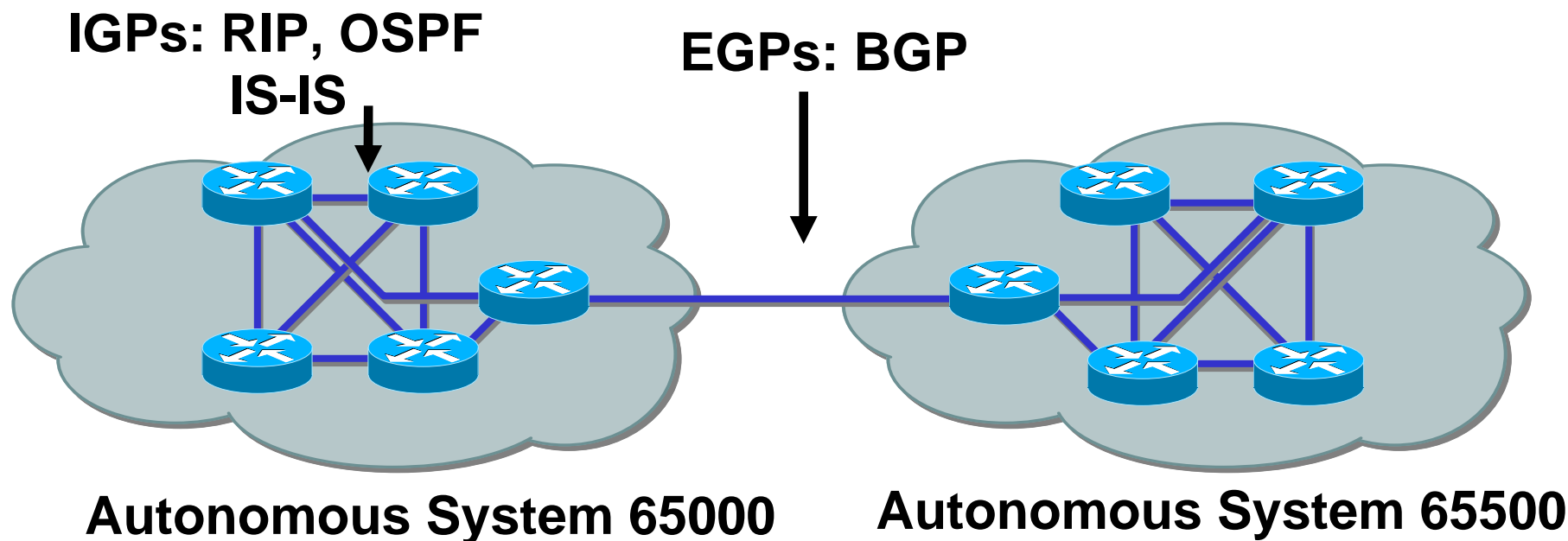
# 动态路由

- 动态路由协议通过路由信息的交换生成并维护转发引擎需要的路由表。网络拓扑结构改变时自动更新路由表，并负责决定数据传输最佳路径。

**优点：自动适应网络状态的变化**

**缺点：占用网络、系统资源  
安全**

**注：在有冗余连接的复杂网络中，适合采用动态路由  
根据网络状态决定路由是否可达**



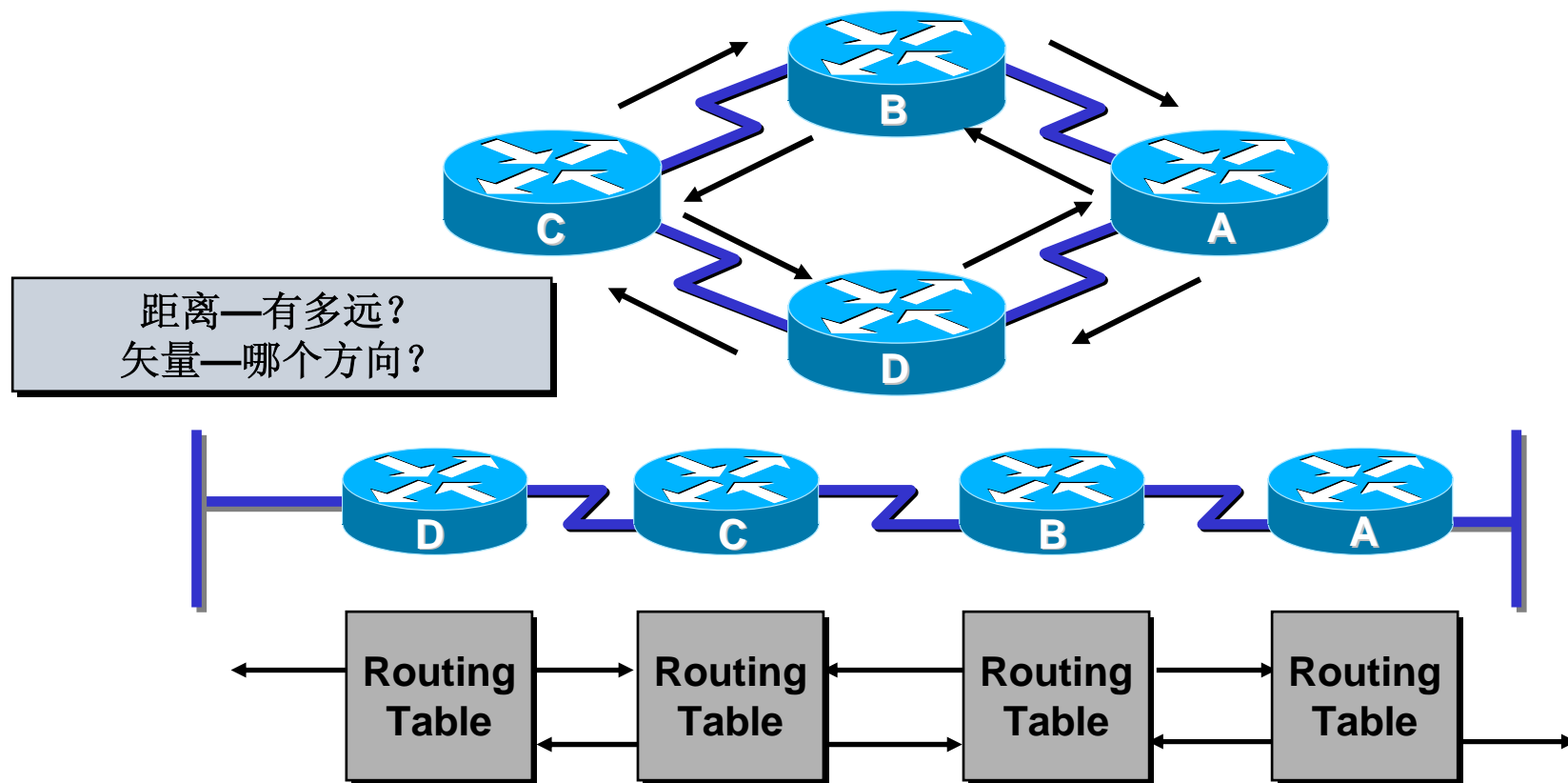
- 自治域系统(AS) 是一组具有相同管理技术的网络的集合。
- IGPs 在一个自治域系统内运行。
- EGPs 连接不通的自治域系统

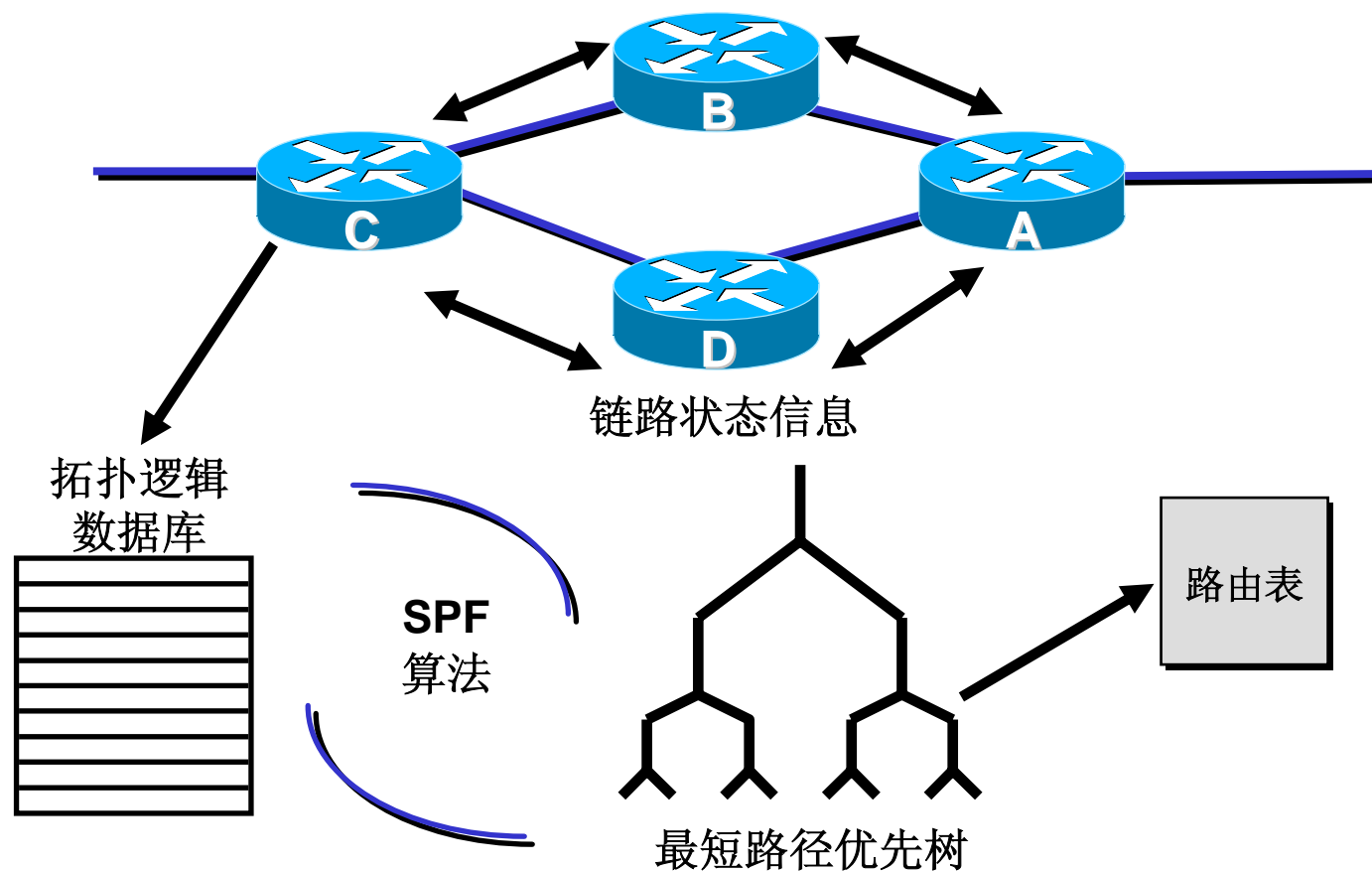
✚ 单播路由协议有：**RIP、OSPF、IS-IS、BGP**等。

✚ 组播路由协议有：**DVMRP、PIM-SM、PIM-DM、MOSPF、MBGP**等。

- ✚ 距离-矢量（DV）路由协议：典型的为RIP协议。路由器交换路由信息是通过定期广播整个路由表的方式。在稍大一点的网络中，路由器之间交换的路由表会很大，而且很难维护，导致收敛很缓慢。
- ✚ 链路状态（LS）路由协议：有OSPF、IS-IS等。链路状态路由协议工作的基础是路由器交换称为链路状态的信息元素，只有当网络拓扑结构发生变化时，通过交换链路状态和节点信息实现路由动态更新，这使得它能够适应更大更复杂的网络拓扑。

# 距离-矢量路由协议





- 经过初始的洪泛后, 只传递的事件触发的链路状态更新到所有其他路由器





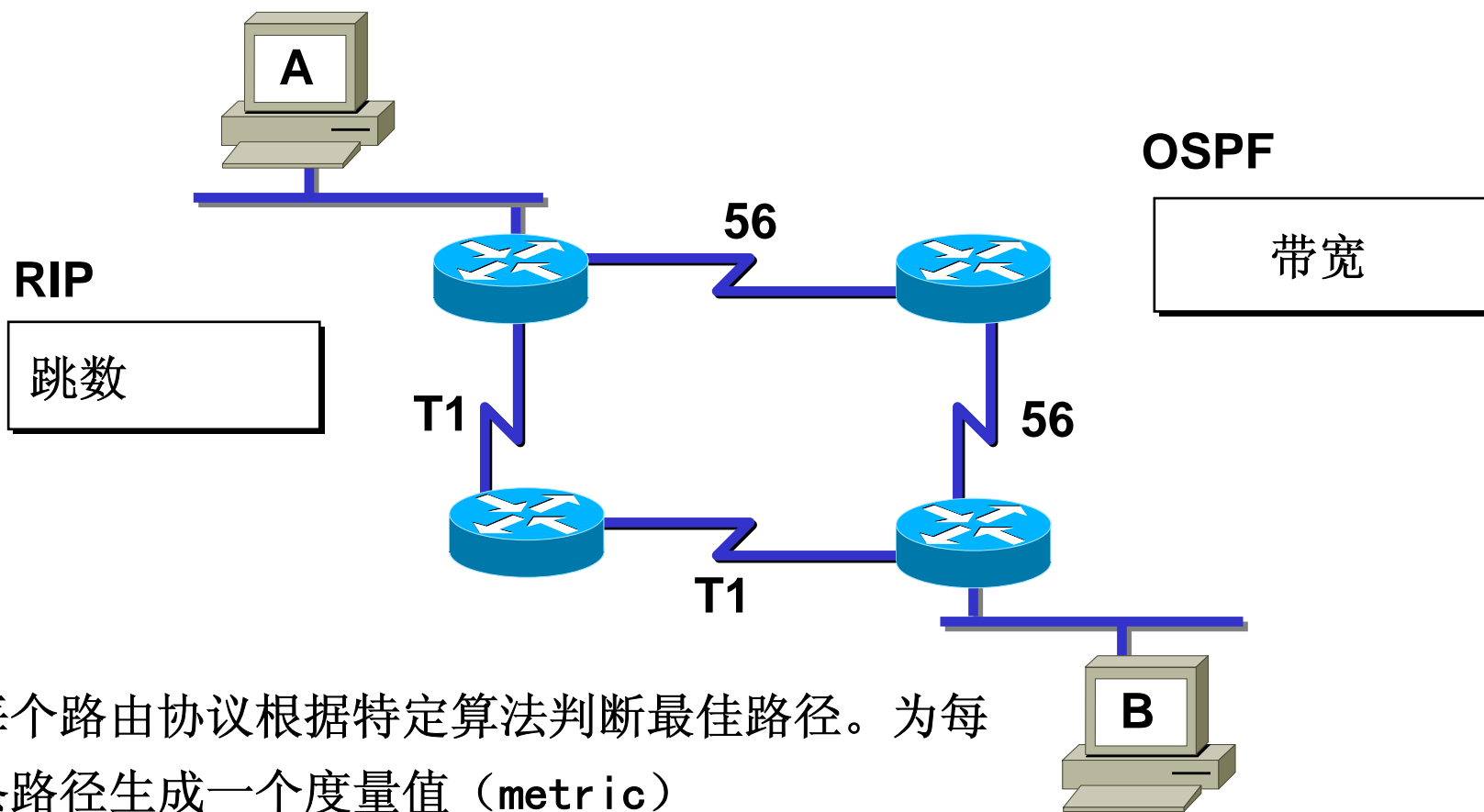
# 链路状态路由协议与 距离矢量路由协议的比较

---

链路状态路由协议与距离矢量路由协议相比，具有下面的优点：

- ✚ 基于带宽来选择路径
- ✚ 更快的收敛速度
- ✚ 支持VLSM和CIDR
- ✚ 更好的层次结构

# 动态路由协议选路依据 Metric（度量值）



- 每个路由协议根据特定算法判断最佳路径。为每条路径生成一个度量值（metric）

- 该度量值越小，这条路径就越好。

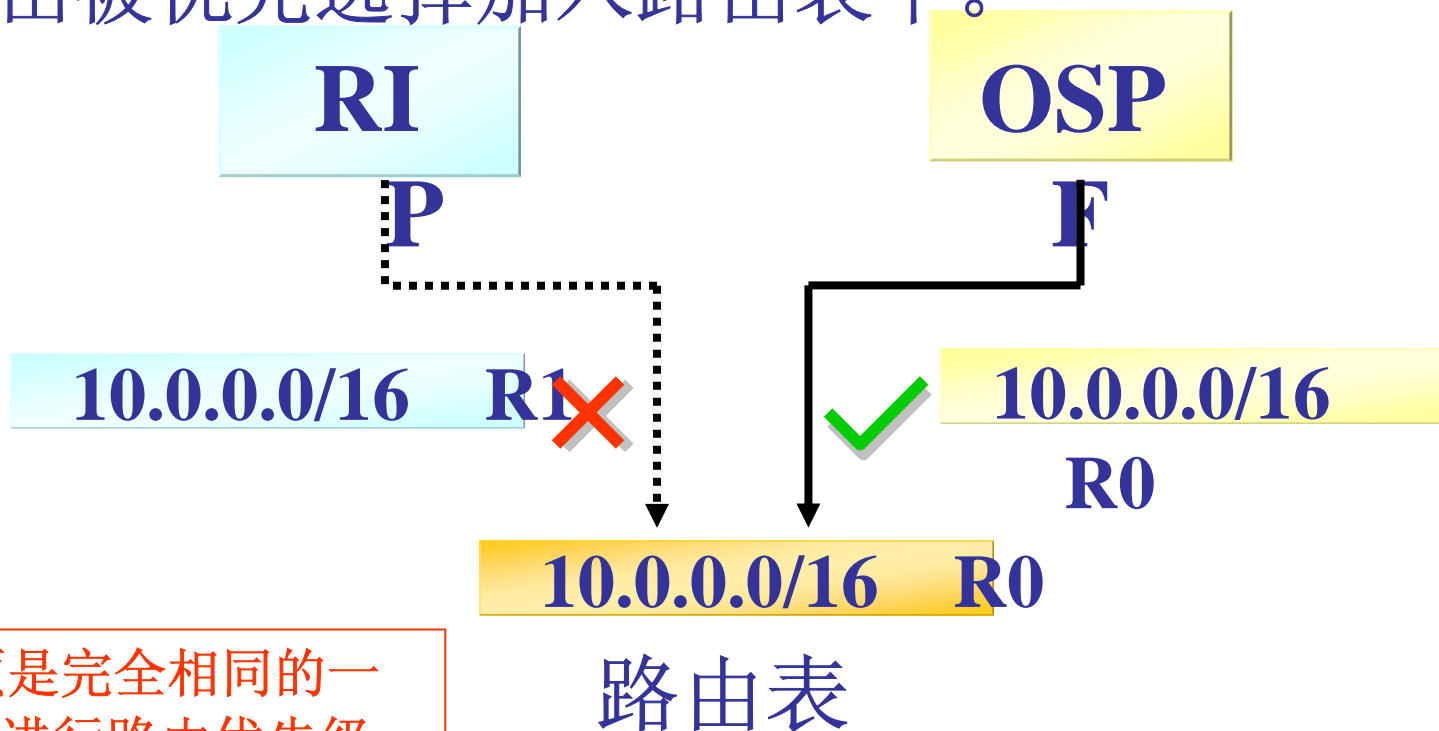


## Metric（度量值）的计算

---

- 用于度量值计算的常用路径特征
  - 跳数（hop count）：数据包到达目的必须通过的路由器个数。跳数越少，该路由越好。路径长用到达目的的跳数来描述；
  - 带宽（Bandwidth）：链路传输数据的能力；
  - 时延（delay）：把数据包从源送到目的地所需的时间；
  - 负荷（load）：网络资源如路由器和链路上的活动数量；
  - 可靠性（reliability）：指每条网络链路上的差错率；
  - 最大传输单元（MTU）：指端口可以传送的最大的数据单元。

- 从路由优先级最高（优先级数值最小）的协议获取的路由被优先选择加入路由表中。



注意：必须是完全相同的一条路由才进行路由优先级的比较



## 各种路由协议缺省优先级

| Route Source        | Default Distance |
|---------------------|------------------|
| Connected interface | 0                |
| Static route        | 1                |
| External BGP        | 20               |
| OSPF                | 110              |
| IS-IS               | 115              |
| RIP v1, v2          | 120              |
| Internal BGP        | 200              |
| Special(内部处理使用)     | 255              |



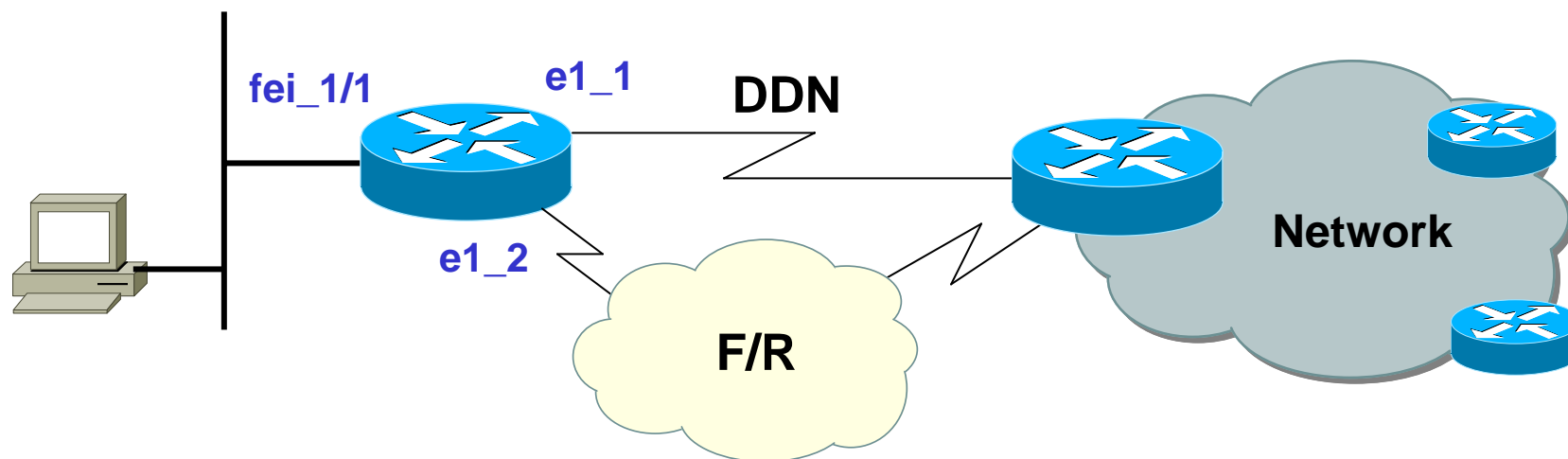
## 缺省“路由优先级”原则

---

- 缺省“路由优先级”原则
  - 直连路由具有最高优先级
  - 人工设置的路由条目优先级高于动态学习到的路由条目
  - 度量值算法复杂的路由协议优先级高于度量值算法简单的路由协议



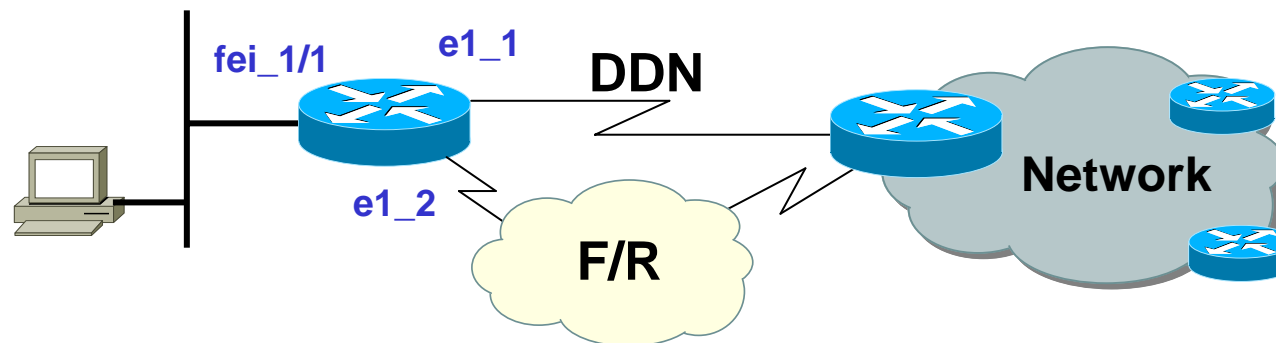
## 路由优先级应用-浮动静态路由



有备份链路的情况下如何设置路由？



## 浮动静态路由配置



```
ZXR10(config)#ip route 10.0.0.0 255.0.0.0 e1_1  
ZXR10(config)#ip route 10.0.0.0 255.0.0.0 e1_2 5
```





## 最长匹配原则

ZXR10#show ip route

IPv4 Routing Table:

| Dest     | Mask            | Gw      | Interface | Owner   | pri | metric |
|----------|-----------------|---------|-----------|---------|-----|--------|
| 1.0.0.0  | 255.0.0.0       | 1.1.1.1 | fei_0/1.1 | direct  | 0   | 0      |
| 1.1.1.1  | 255.255.255.255 | 1.1.1.1 | fei_0/1.1 | address | 0   | 0      |
| 2.0.0.0  | 255.0.0.0       | 2.1.1.1 | fei_0/1.2 | direct  | 0   | 0      |
| 2.1.1.1  | 255.255.255.255 | 2.1.1.1 | fei_0/1.2 | address | 0   | 0      |
| 3.0.0.0  | 255.0.0.0       | 3.1.1.1 | fei_0/1.3 | direct  | 0   | 0      |
| 3.1.1.1  | 255.255.255.255 | 3.1.1.1 | fei_0/1.3 | address | 0   | 0      |
| 10.0.0.0 | 255.0.0.0       | 1.1.1.1 | fei_0/1.1 | ospf    | 110 | 10     |
| 10.1.0.0 | 255.255.0.0     | 2.1.1.1 | fei_0/1.2 | static  | 1   | 0      |
| 10.1.1.0 | 255.255.255.0   | 3.1.1.1 | fei_0/1.3 | rip     | 120 | 5      |

10.1.1.1→?



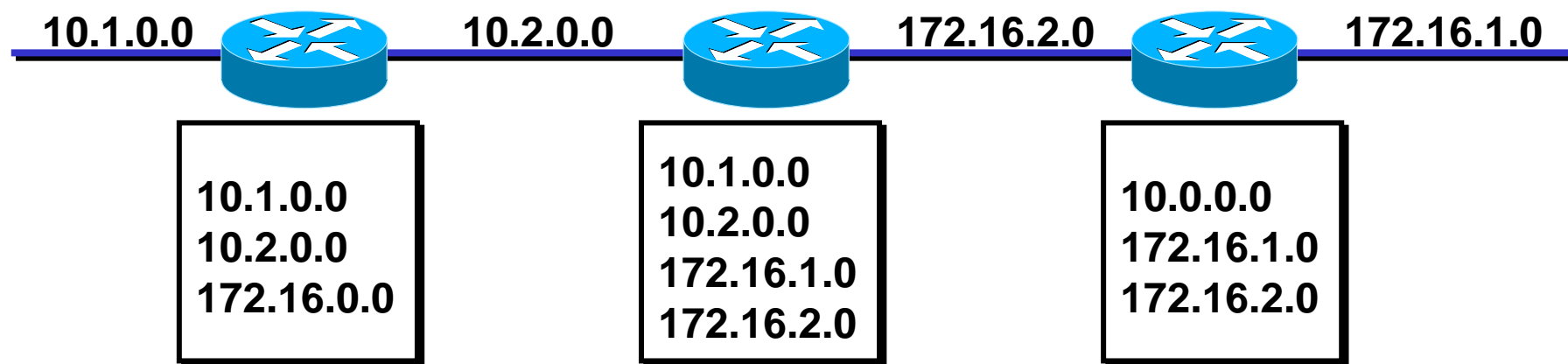
## 有类路由协议概述

---

- 有类路由协议基于距离矢量协议算法  
RIPv1
- 在周期性路由更新中不包含子网掩码信息

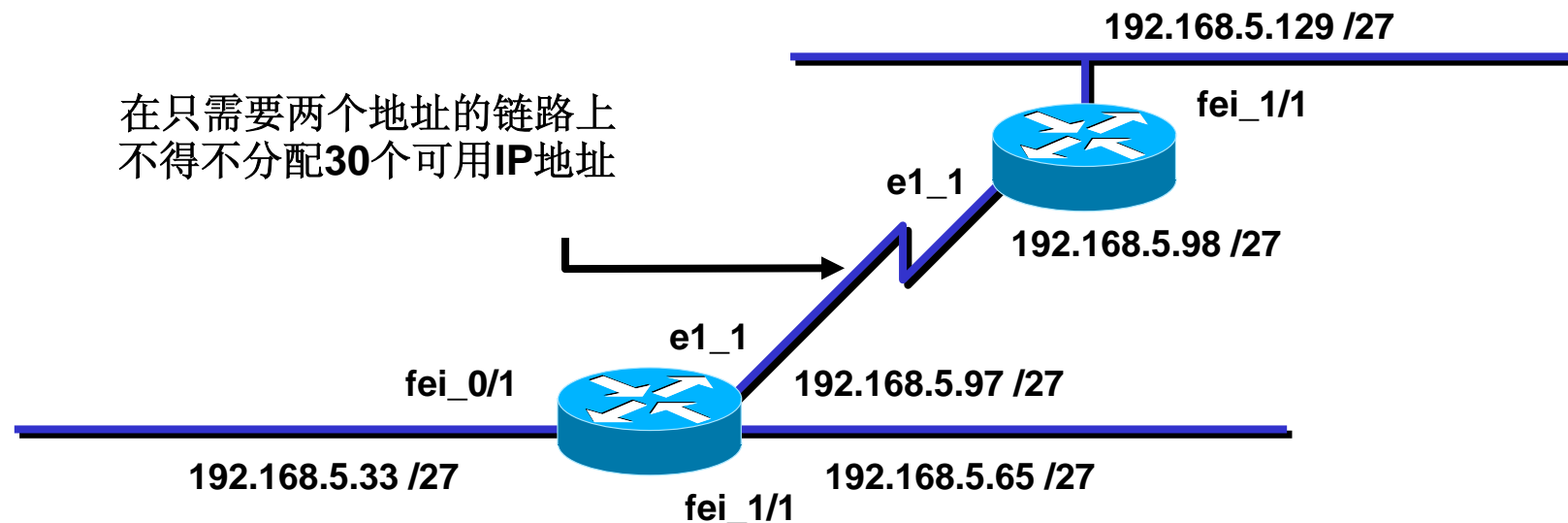
在一个主类网络中, 必须保证掩码深度一致

## 有类路由



- 子网路由在相同的主类网络中交换
  - 在主类网络边界交换汇总路由
- 汇总路由被自动在主类网络边界建立，并无法取消

## 有类路由的限制



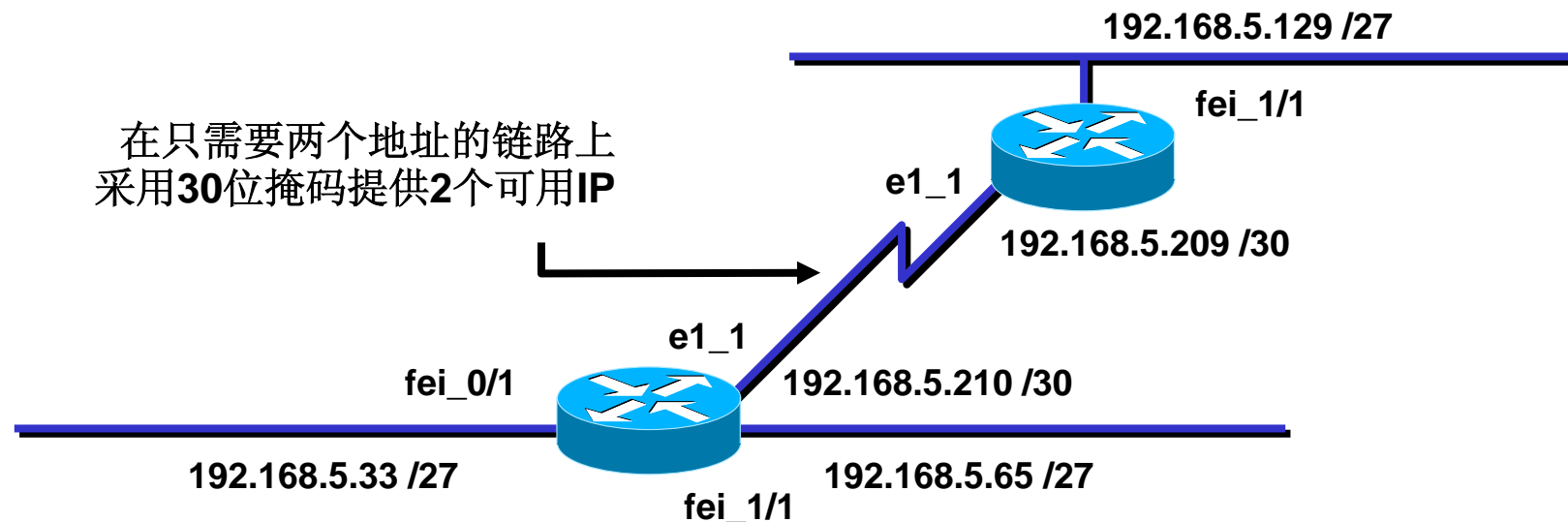
- 所有在同一主类网络中的接口必须使用相同的掩码
- 这种方式不能有效利用IP地址



# 无类路由概述

---

- 无类路由在路由更新中携带子网掩码信息
  - OSPF
  - RIPv2
  - IS-IS
  - BGP
- 汇总路由可以手工设置



- 在同一主类网络中的接口可以使用不同的子网掩码
  - 支持变长子网掩码 (VLSM)
  - 这种方式可以最大限度有效利用IP地址



# 内容提要

---

- ➡ 路由器的定义
- ➡ 基本概念
- ➡ **路由器工作原理**
- ➡ **IP路由过程**



# 路由器的工作原理

---

- 路由功能:

学习和维护网络拓扑结构知识的机制，产生和维护路由表

- 交换/转发功能:

通过路由器转发数据流的功能（从路由器一个接口输入，然后选择合适接口输出、做帧的解封装与封装，并对包做相应处理）





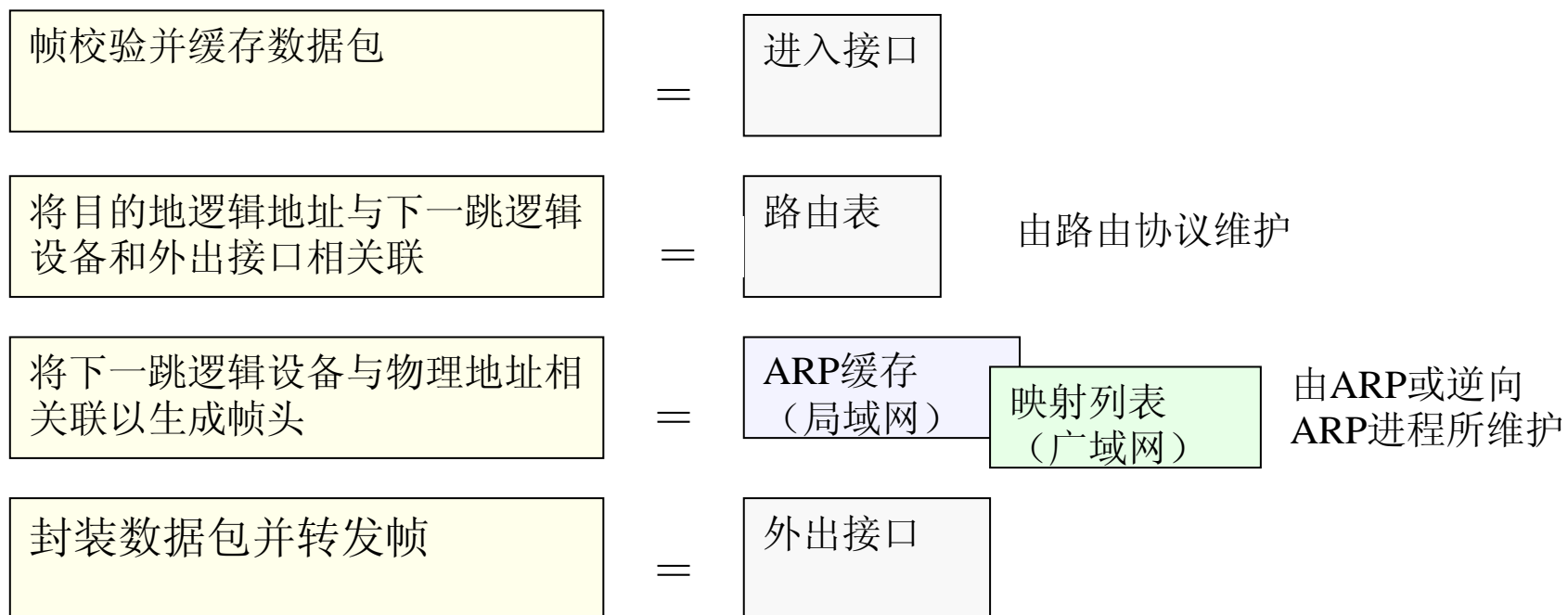
## 路由功能

---

- 学习和维持网络拓扑结构知识的机制被认为是路由功能。完成路由功能需要的几个信息：
  - 路由的是什么协议？
  - 目的地是否已存在？
  - 从哪个端口发送出去？
  - 下一跳地址是什么？

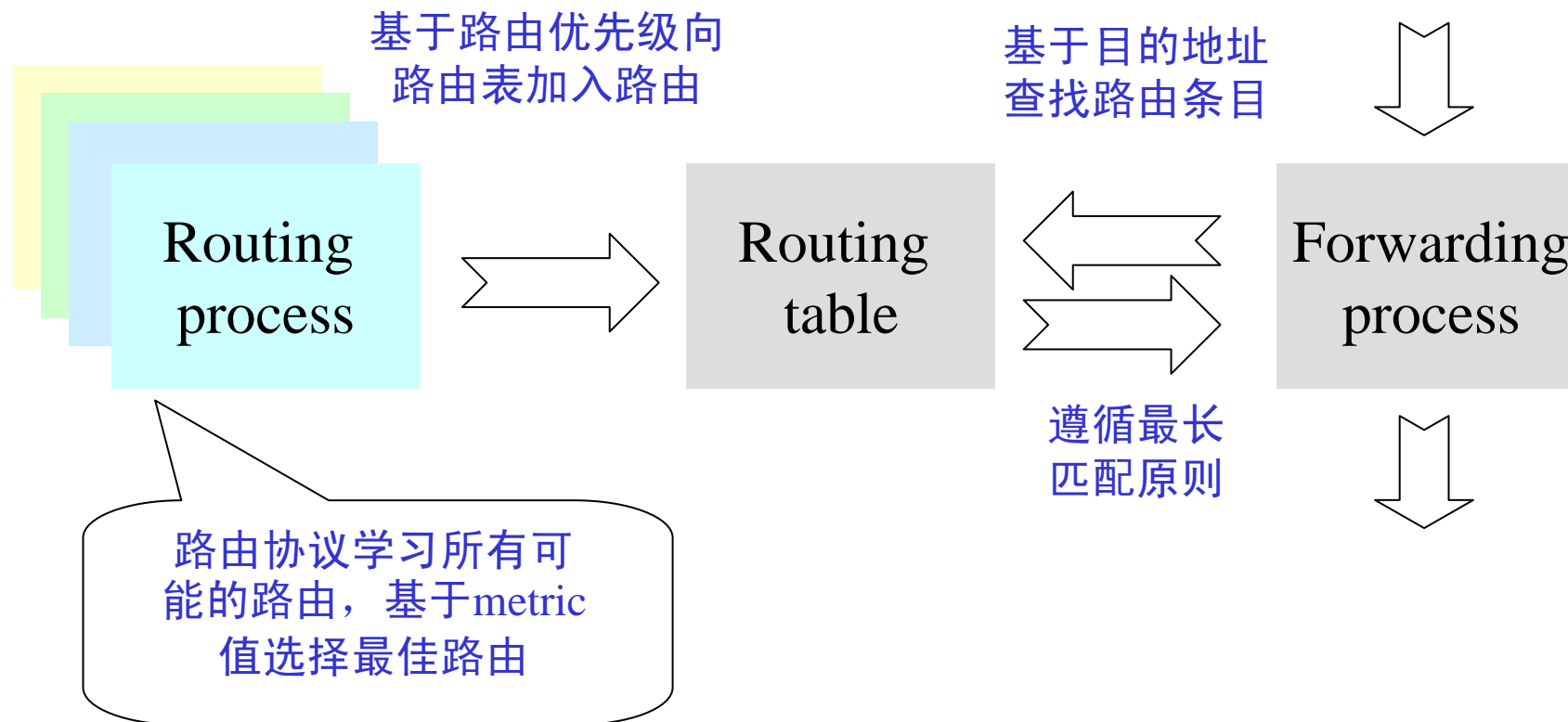


# 交换/转发功能





# 路由器工作过程





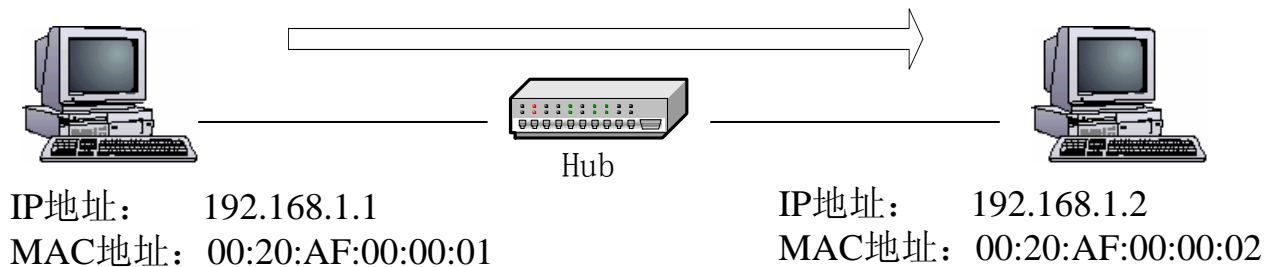
# 内容提要

---

- ➡ 路由器的定义
- ➡ 基本概念
- ➡ 路由器工作原理
- ➡ **IP路由过程**

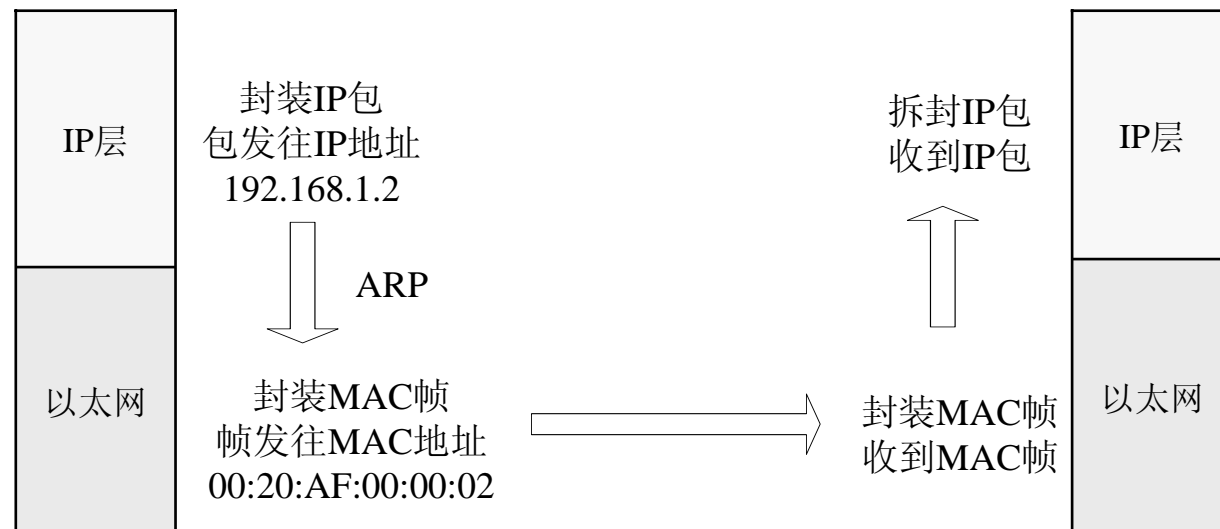
# 通信过程图示

网络  
情况



上层协议这里无需考虑

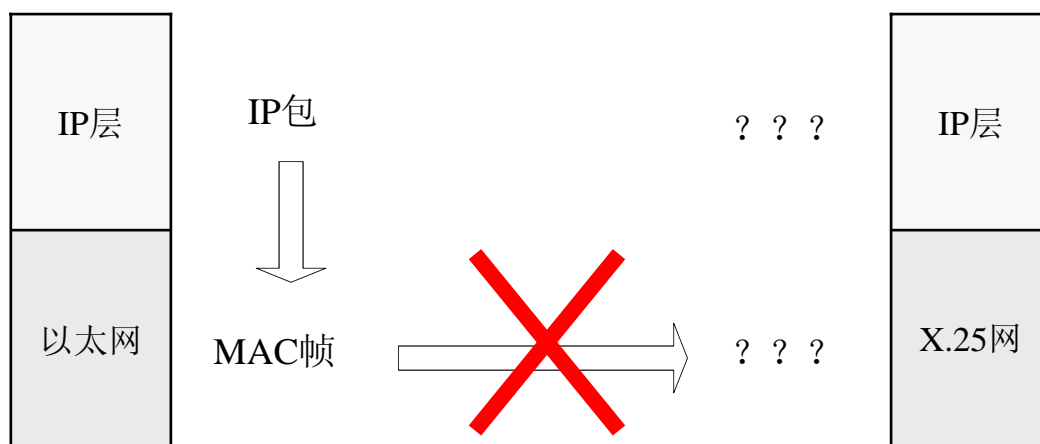
协议  
层次



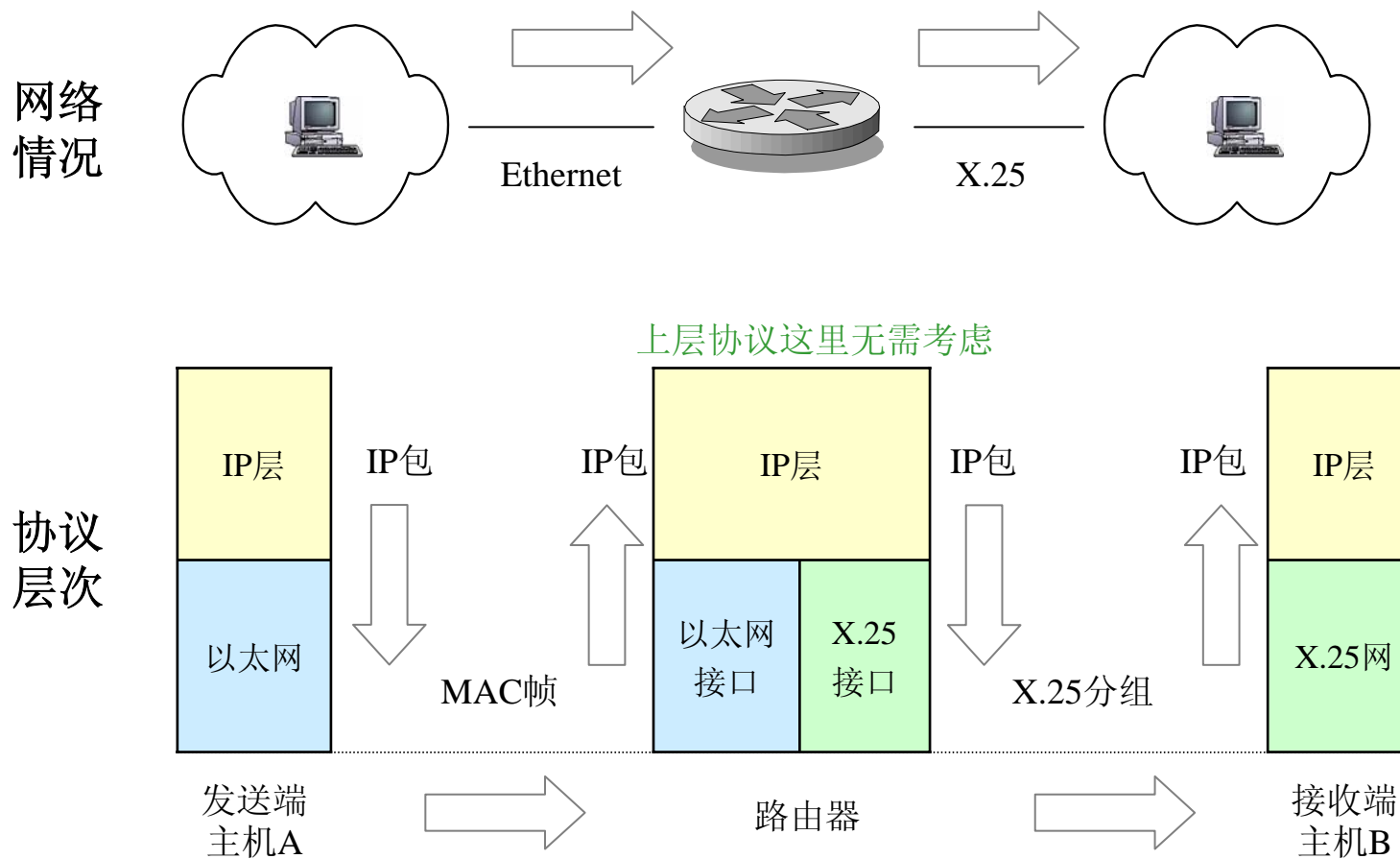


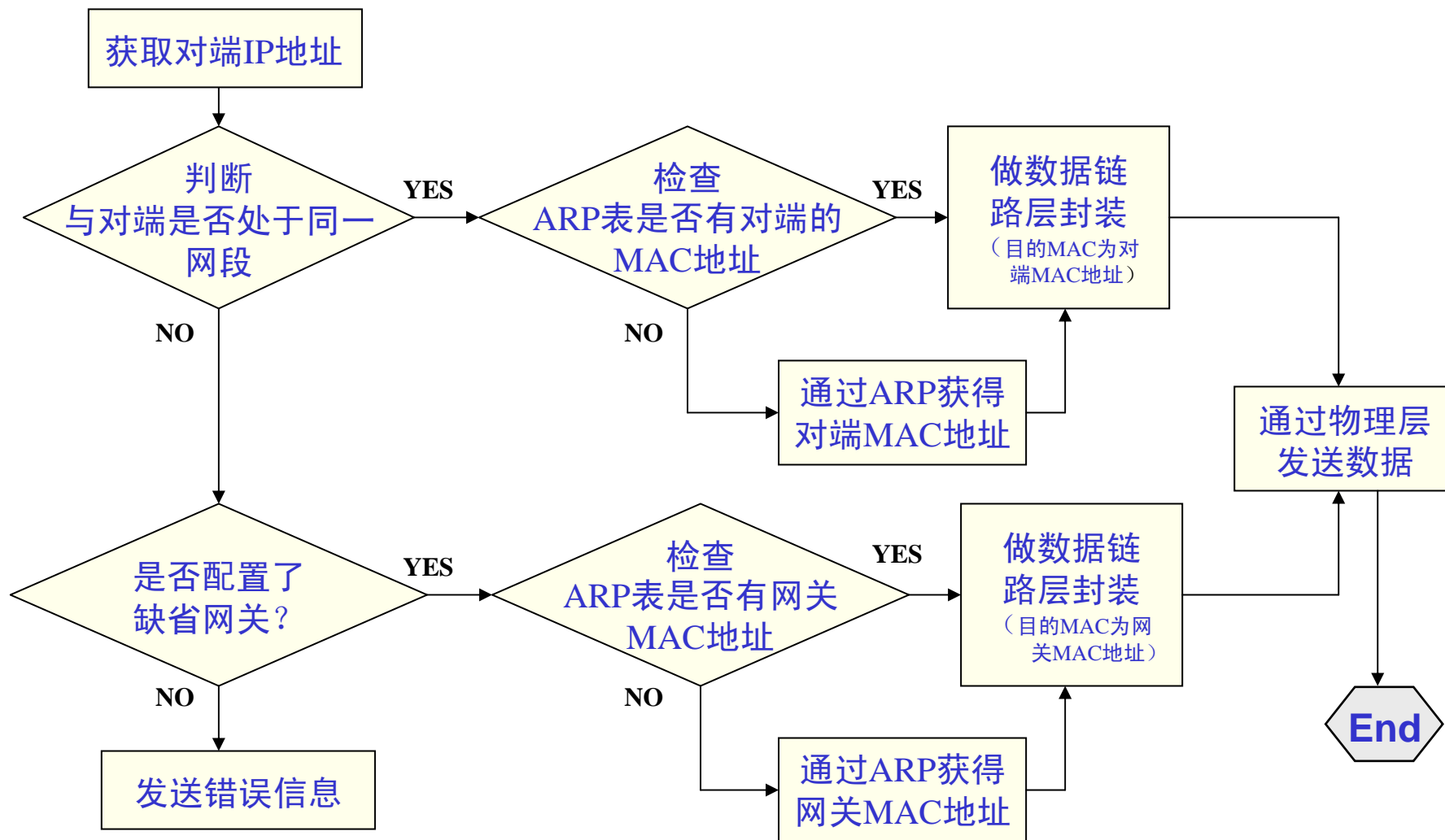
## 老办法行不通

有没有可能象刚才那样，把IP地址转换为物理地址，传送过去，在对端解开呢？不可能，因为两个网络结构不同，没有办法把MAC帧发送给X.25网络。

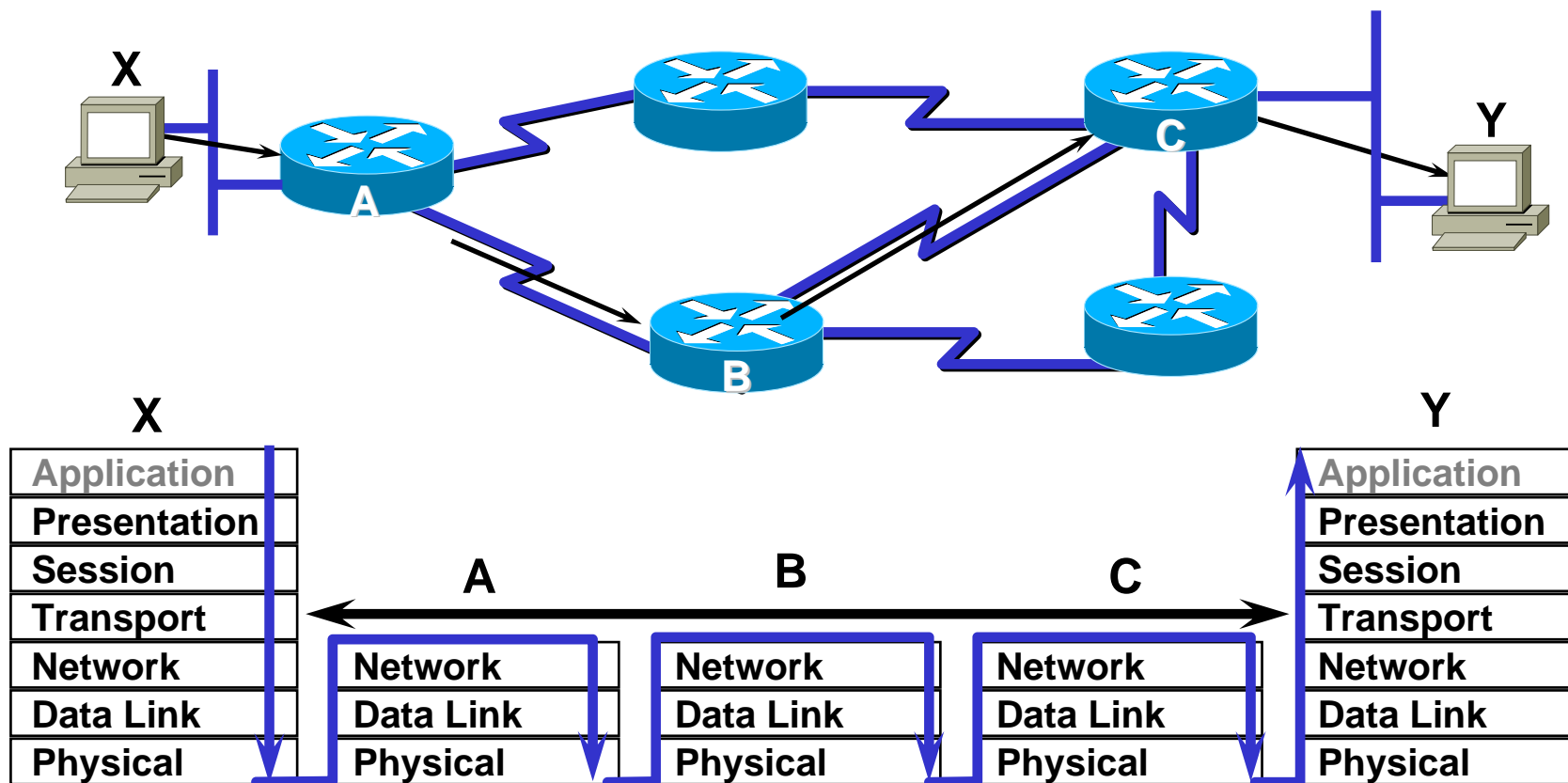


## 不同网段的通信过程











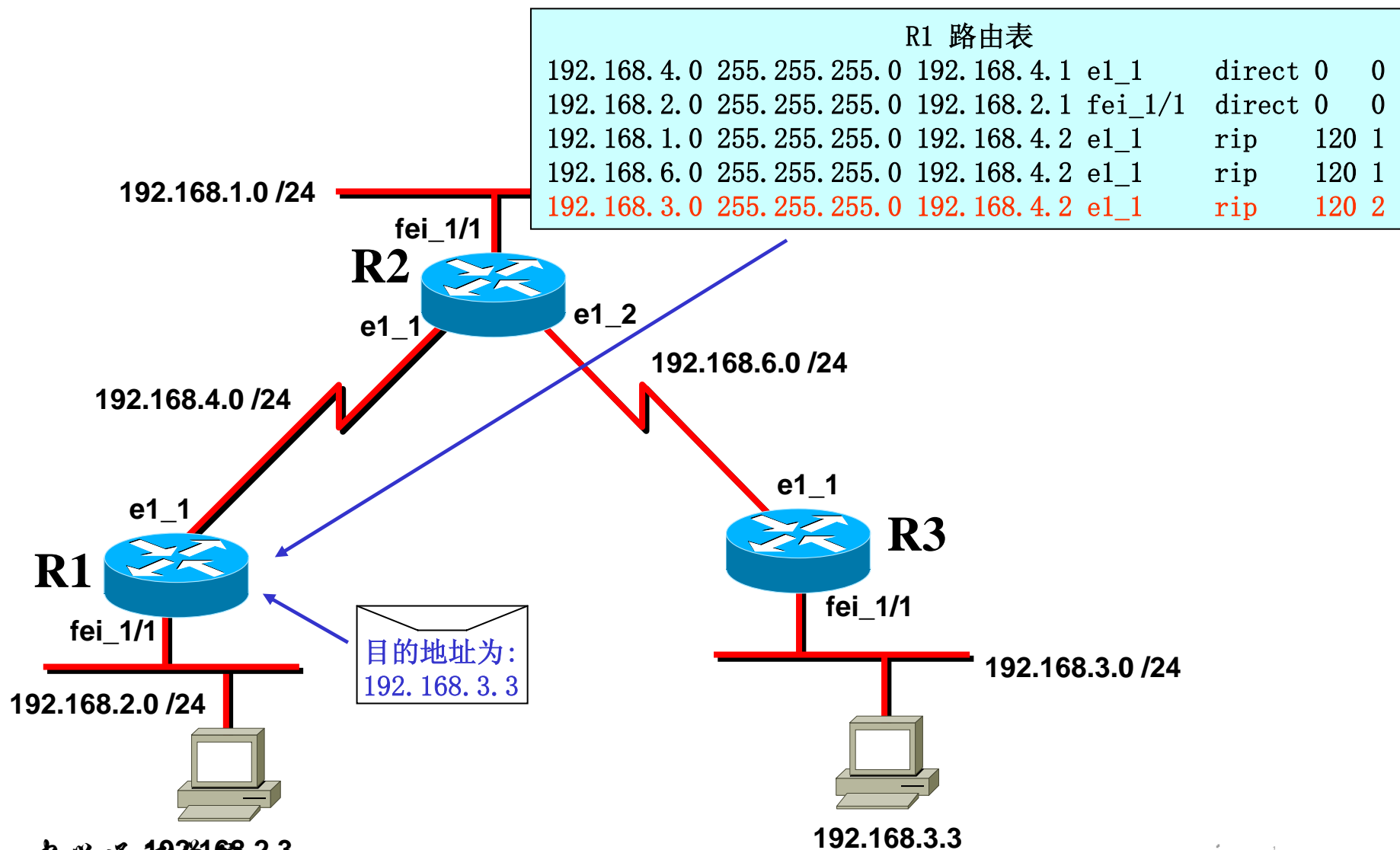
# IP通信流程基本概念

---

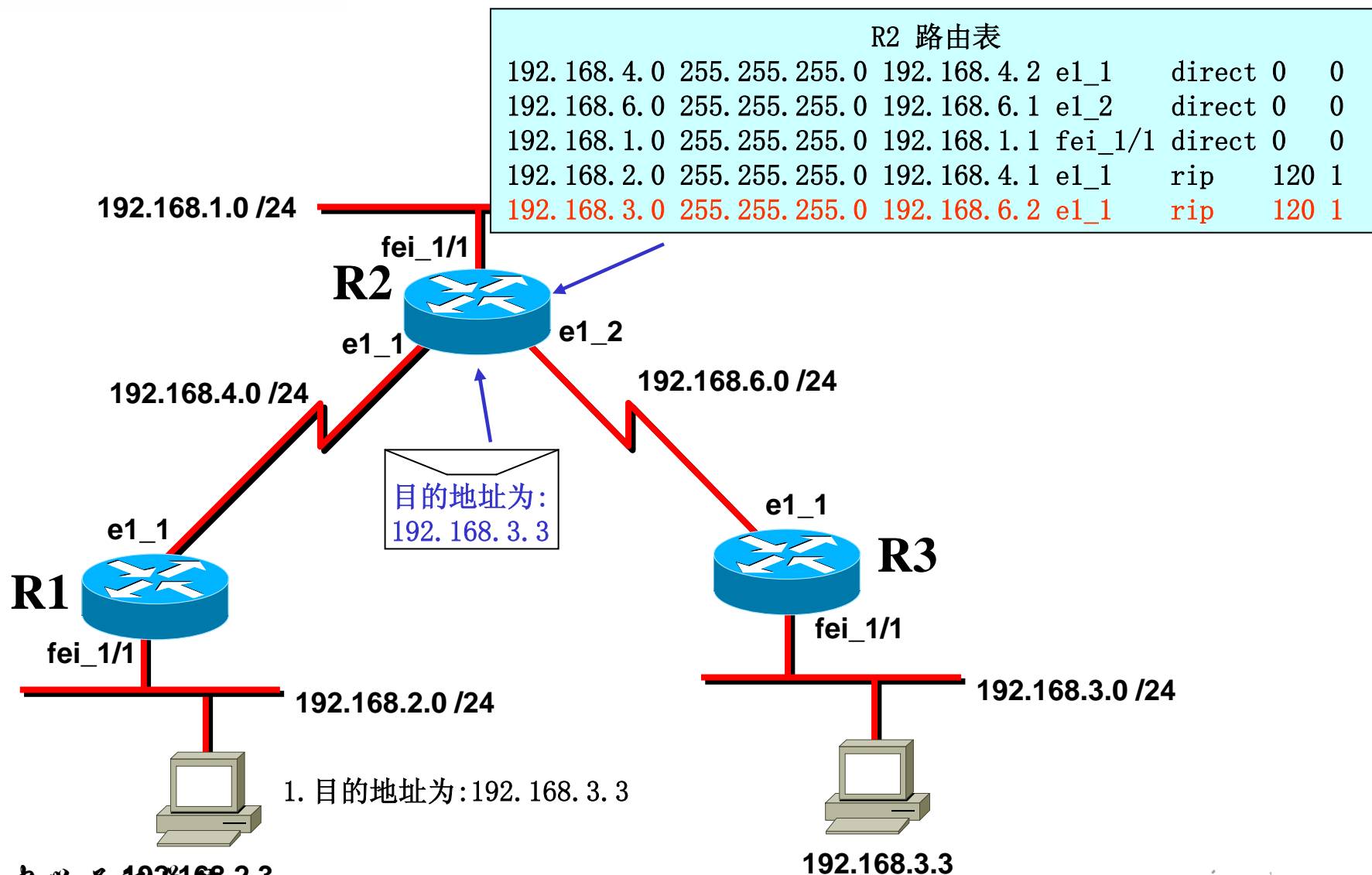
## ✚ IP通信流程基本概念

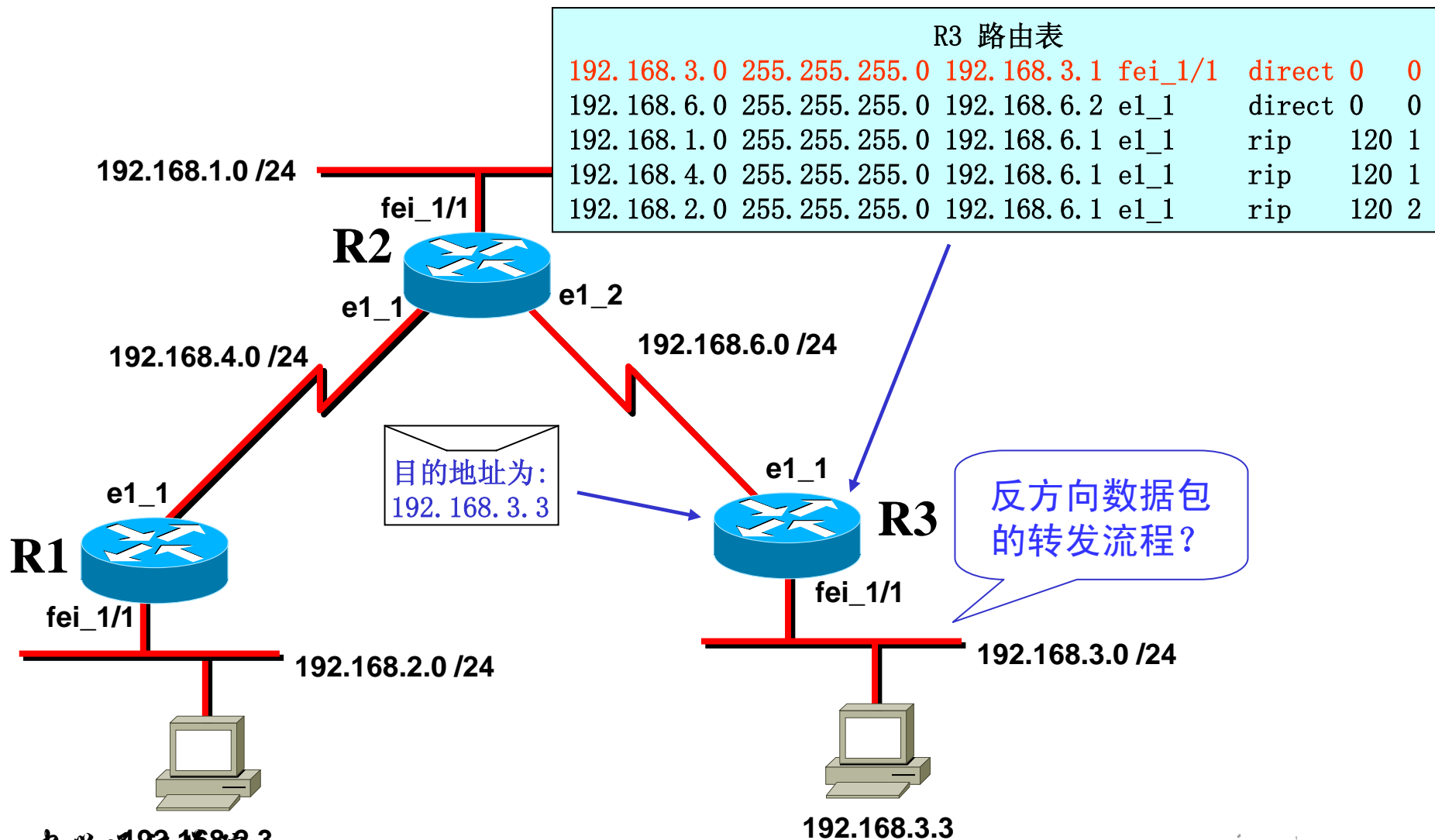
- ❖ IP通讯是基于 hop by hop 的方式
- ❖ 从源到目的之间源IP和目的IP地址保持不变
- ❖ 每经过一个数据链路层，数据链路层封装都要做相应的从新封装
- ❖ 返回的数据选路与到达的数据选路无关

## 路由过程示例



## 路由过程示例







## 内容回顾

---

- 👉 路由器的定义
- 👉 基本概念
- 👉 路由器工作原理
- 👉 **IP路由过程**