

网络应用技术

第3讲：路由器组网基础

河南中医药大学信息技术学院
《网络应用技术》课程教学组

本章教学计划

- 认识路由器
- 路由器的接口
- 路由器通信过程分析
- 认识路由表
- 直连路由
- 静态路由

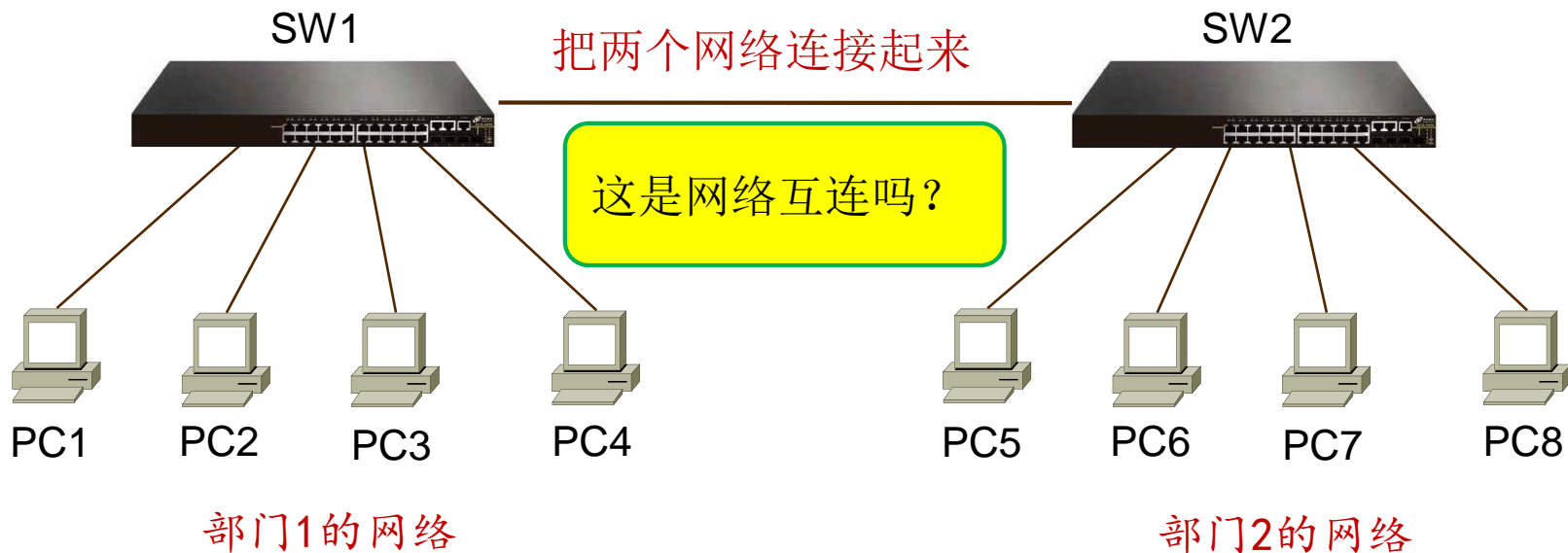


一、认识路由器

认识路由器

□ 交换机组网存在的问题

- 将网络互连起来要使用一些中间设备

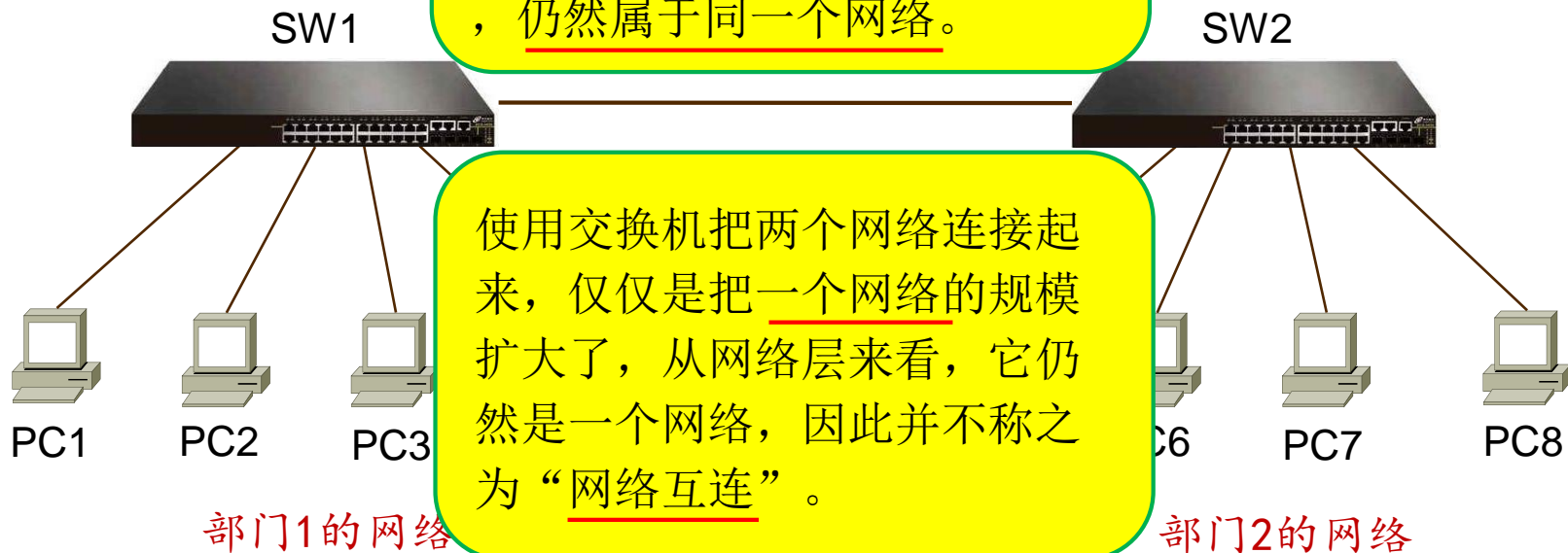


认识路由器

交换机组网存在的

- 将网络互连起来要

交换机是数据链路层设备，两台交换机互连以后，所有的接口仍然属于同一个广播域。即交换机互连以后形成的网络，仍然属于同一个网络。



使用交换机把两个网络连接起来，仅仅是把一个网络的规模扩大了，从网络层来看，它仍然是一个网络，因此并不称之为“网络互连”。

认识路由器

□ 交换机组网存在的问题

- 交换机并不能无限制地级联下去，超过一定数量的交换机级联，最终会由于“广播”的问题，从而导致网络性能的严重下降。（规模有限）
- 不仅如此，交换机所连接的网络必须是同种网络，例如以太网交换机只能连接以太网，而不能连接令牌环网。（连接有限）
- 还有，利用交换机组建的网络中，各个主机的IP地址必须属于同一网络（网络号相同），否则就不能通信。（使用有限）
- 要想解决上述问题，进而实现不同网络（包括异种网络）之间的互连，就需要用到**路由器**。

认识路由器

□ 路由器

- 路由器英文名Router，是互联网的主要节点设备。
- 路由器也是一个多接口的网络设备。相对于集线器和交换机来说，路由器是连接不同网络的设备，因此也被称作网际互连设备。



思科路由器



华为 (HUAWEI) AR6300-S万兆路由器

认识路由器

□ 路由器有什么用？

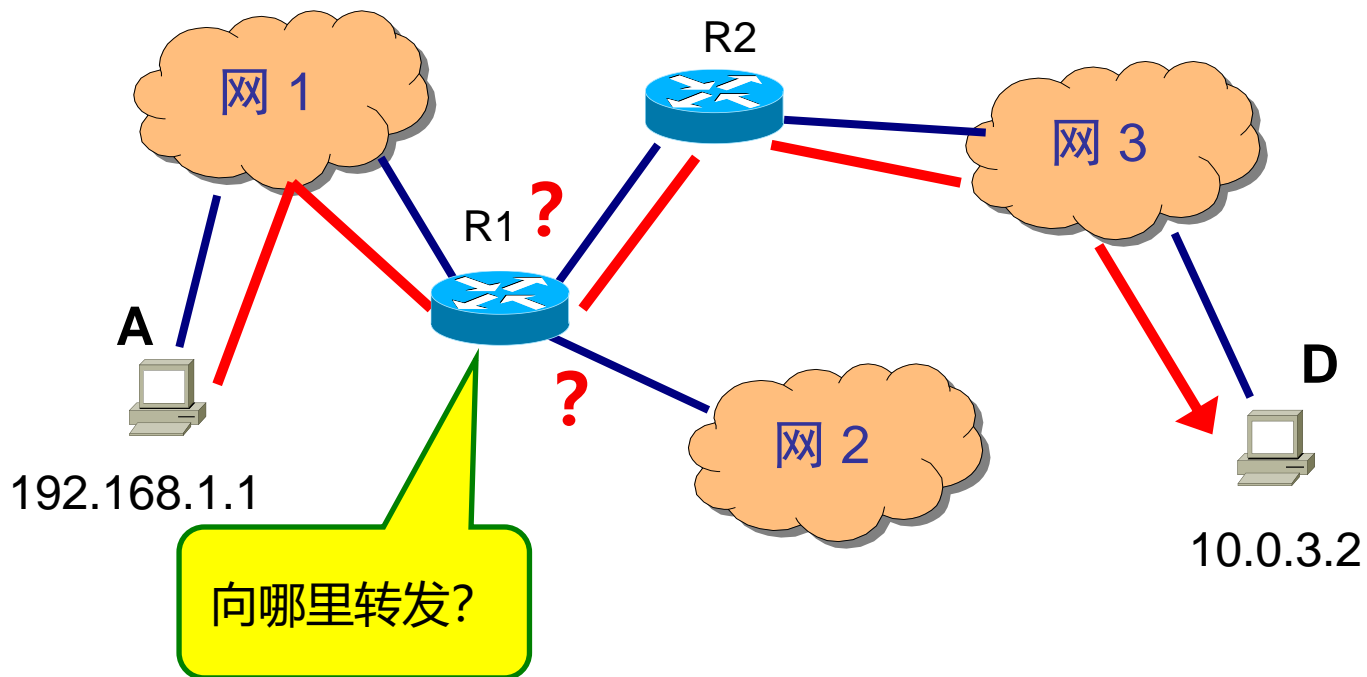
- 在互联网中，数据包从源设备到达目的设备，通常都需要通过沿途的网络转发设备进行转发，而网络转发设备要转发数据包，必须依赖自己所掌握的**路径信息**将数据包从正确的接口发送出去。在这个过程中，路由器发挥了重要的作用。
- 两个关键词：互联、转发！
- **互联**：路由器提供不同（类型）网络的互联；
- **转发**：实现不同网络间的数据转发。

➤ 到不同的目的地（网络）该怎么走？

- 去武汉 沿G4直行 ← 路由器中的路径信息
- 去少林寺 沿S85右转



认识路由器



路由器的互联与转发

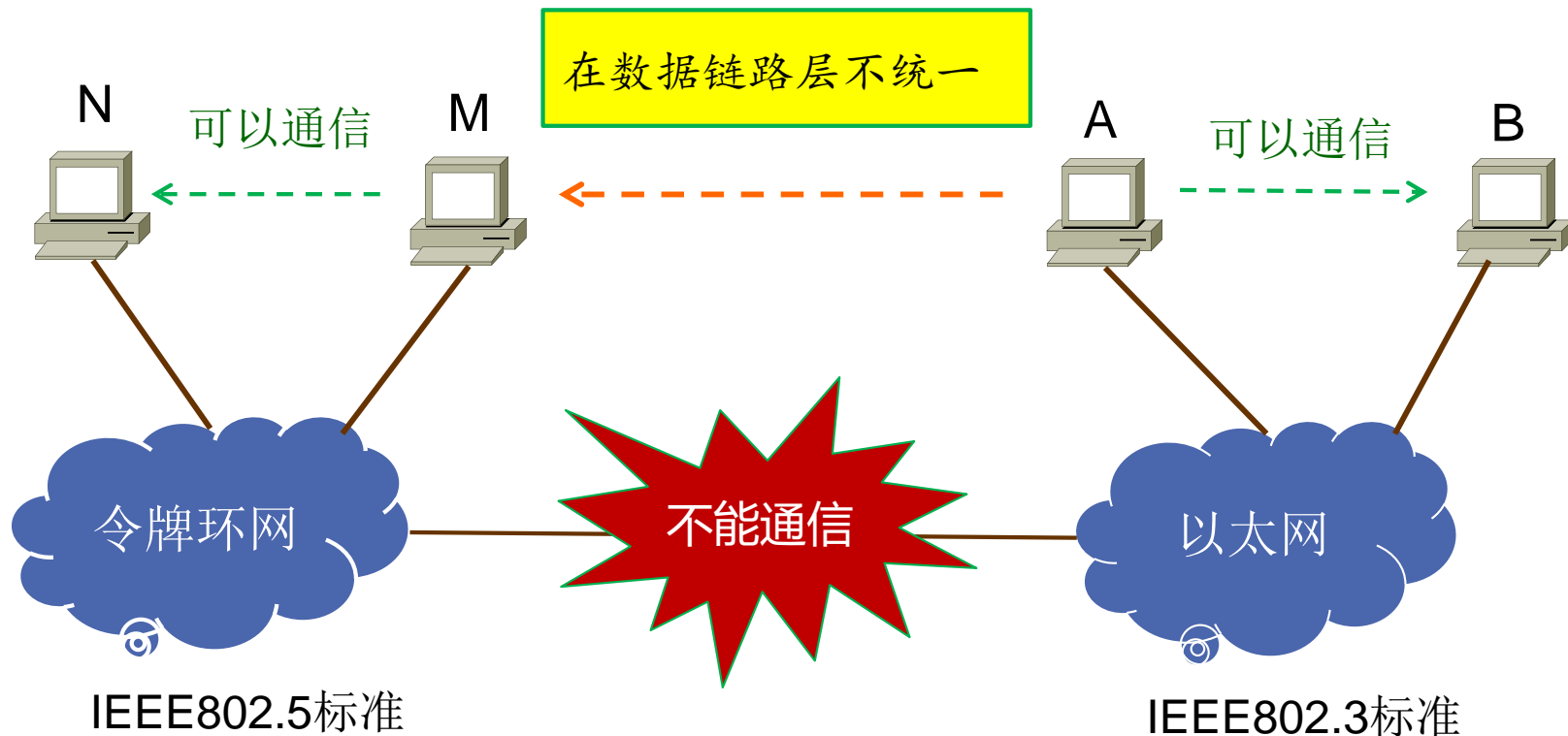
认识路由器

□ 路由器为什么能够在不同网络间转发数据包？

■ 回忆：TCP/IP协议体系实现网络互连的方法

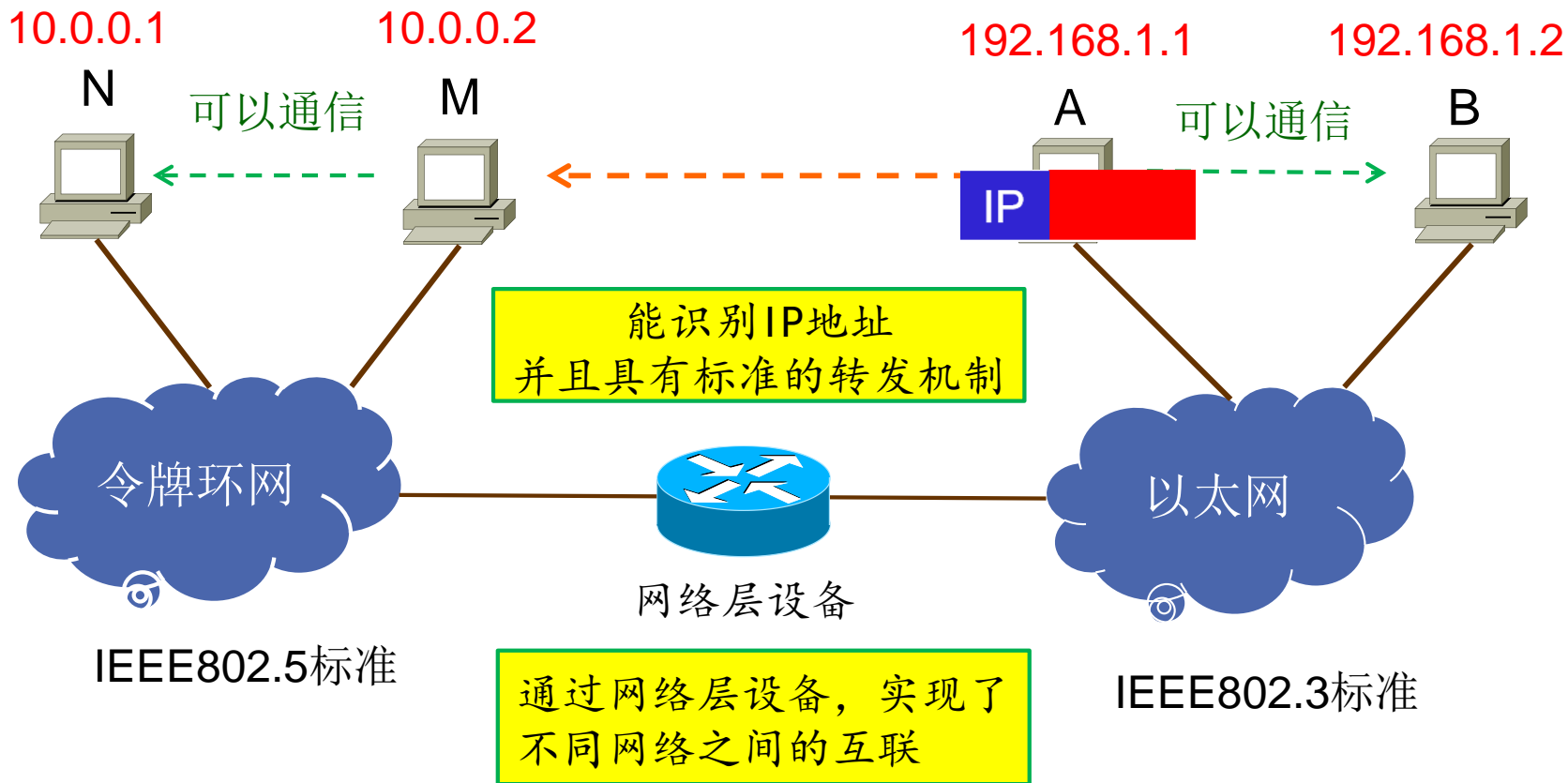
- ▶ 为了实现异种网络之间的互连，设计实现了TCP/IP网络体系结构，它规定了不同网络之间进行通信时应当遵守的规则。
- ▶ 众多物理网络的异构性，是实现网络互连的难点。要互连就必须使各网络之间达成“一致”。TCP/IP体系在网络互连上采用的做法是在网络层采用了标准化协议——IP（Internet Protocol，网际协议）。
- ▶ 网际协议（IP）的核心内容，是对IP地址的设计与应用。通过使用IP地址，使不同网络内的计算机具有了相同格式的网络层地址，这就给互连互通奠定了基础。

◆ 动画分析



◆ 动画分析

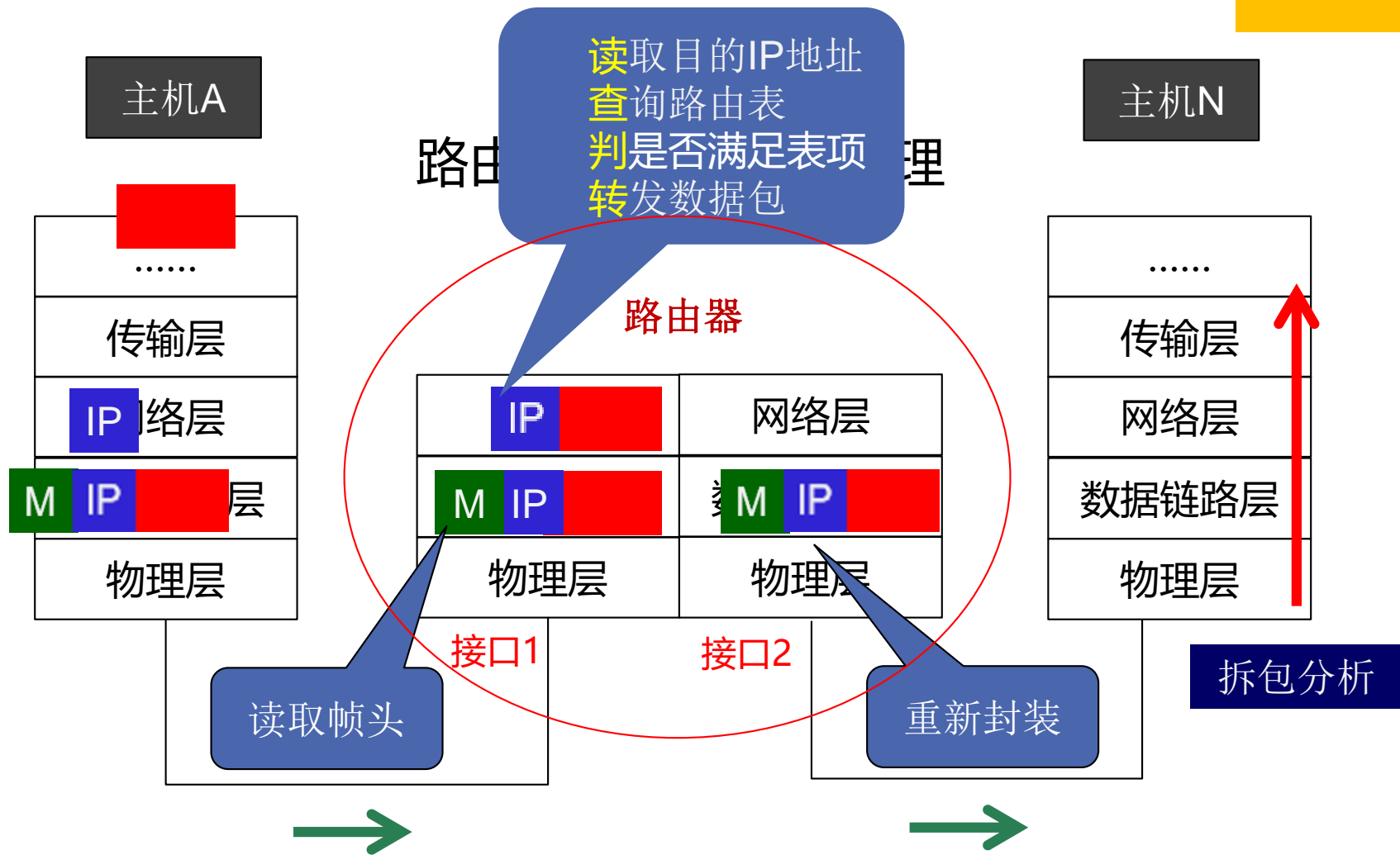
引入IP协议，在网络层实现统一



认识路由器

□ 路由器为什么能够在不同网络间转发数据包？

- 路由器属于“网络层设备”，能够识别数据报文首部中的IP地址，并通过执行路由选择策略，来决定如何转发收到的数据包。
- 路由器收到一个报文后，会拆开报文，并分析报文首部的目的IP地址，然后根据路由器内部的路由表，判断该报文的转发路径，并从相应的路由器接口转发出去，若没有在路由表中找到该报文的转发路径，则丢弃该报文。
- 动画分析



二、路由器的接口

路由器的接口

□ 路由器上有哪些接口？

- 路由器具有非常强大的网络连接和路由功能，它可以与各种各样的不同网络进行物理连接，这就决定了路由器的接口技术非常复杂；
- 路由器的接口主要分局域网接口、广域网接口和配置接口三类，下面分别介绍。

路由器的接口

□ 路由器上有哪些接口？

■ 路由器的配置接口

- Console口：通过console配置线连接配置电脑和路由器设备，采用串口协议方式配置。



路由器的接口

□ 路由器上有哪些接口？

■ 与局域网的接口

➢ Ethernet接口

- FE、GE



路由器的接口

□ 路由器上有哪些接口？

■ 与广域网的接口

- **Ethernet接口**：以太网接口
- **serial接口（高速同步串口）**：传输方式、支持的速度、使用的协议都与Ethernet接口不相同。Serial口多封装 PPP协议或Frame-Relay协议，用于广域网连接。
- **POS接口**：POS(Packet Over SONET/SDH) 技术支持光纤介质，它是一种高速、先进的广域网连接技术。在路由器上插入一块POS模块，路由器就可以提供POS接口。
-

路由器的接口

□ 路由器上有哪些接口？

- 说明：本课程中，关于路由器接口的配置，都是针对以太网接口。

路由器的接口

□ 路由器接口的MAC地址与IP地址

- 路由器上的每个网络接口，都具有独立的MAC地址。
- 不仅如此，在使用过程中，管理员还要根据联网需要，给路由器的每个网络接口配置独立的IP地址。
- 由于路由器的每个网络接口要连接不同的网络，因此路由器每个网络接口的IP地址不仅不能一样，而且必须具有不同的网络号。
- 路由器必须经过配置才能正常工作，其中一项重要的配置操作，就是给路由器接口配置IP地址。

路由器的接口

□ 路由器接口在通信过程中起的作用

除了连接不同网络、转发所收到的数据包这些基本功能外，还有两个作用：

■ (1) 作为所接入网络的默认网关

- ▶ 在互联网的通信过程中，当源主机与目的主机不在同一网络时（IP地址的网络号不同），源主机是没有办法直接与目的主机通信的，而是必须先把数据包发给自己的默认网关。。
- ▶ 默认网关收到数据包后，通过一定的转发机制，将数据包转发到目的网络（或另一个路由器），进而最终到达目的主机。
- ▶ 因此，一台主机在接入互联网时，除了要配置自身的IP地址外，还要配置默认网关的IP地址，以便自己能够和默认网关通信。

路由器的接口

□ 路由器接口在通信过程中起的作用

■ (1) 作为所接入网络的默认网关

- ▶ 此处的默认网关，指的就是路由器（或者具有路由功能的设备）的某个接口。也就是说，可以把一台路由器某个接口的IP地址，作为该接口直接连接的网络内各主机的默认网关地址。
- ▶ **注意：**主机的IP地址一定要与自己默认网关的IP地址在同一网段，否则无法将数据包直接发给默认网关。

配置主机的默认网关

- 在Windows操作系统中配置主机IP地址和默认网关。



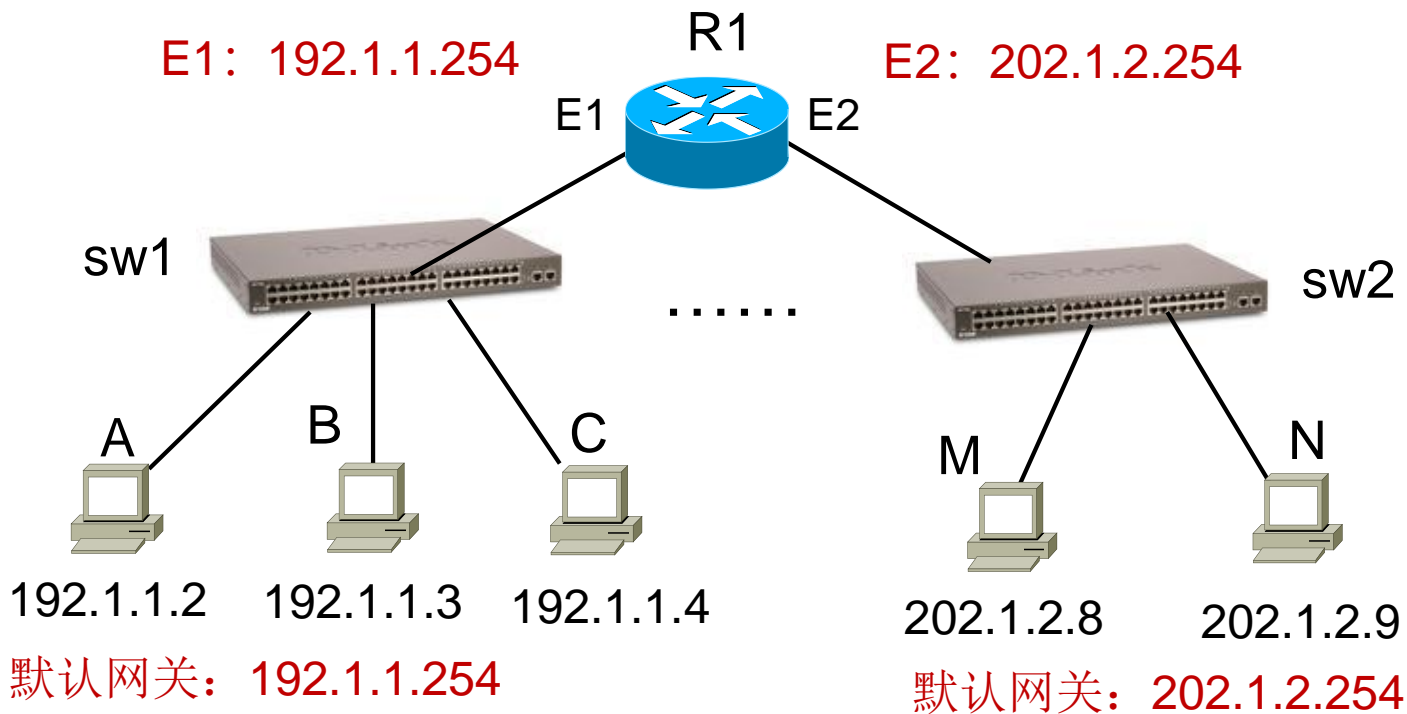
□ 配置主机的默认网关

- 在CentOS操作系统中，使用 **vi** 命令编辑网卡配置文件（此处为ifcfg-enp0s3）配置主机的IP地址和默认网关

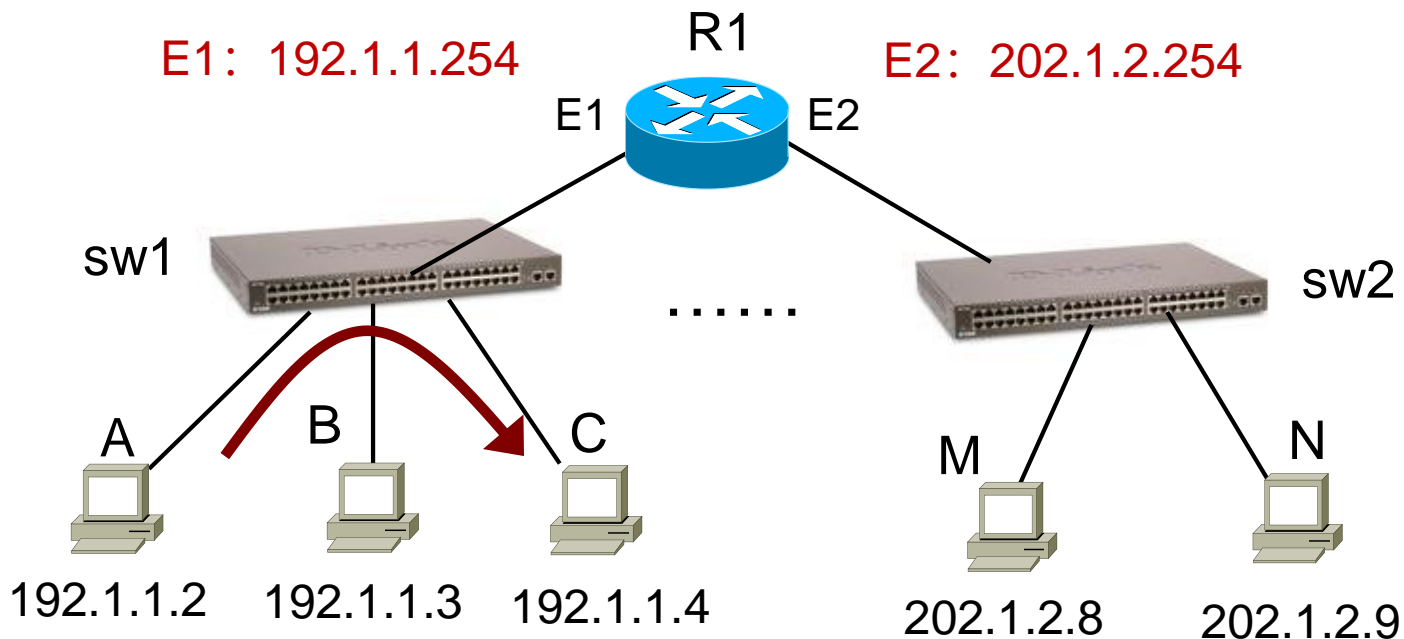
```
#vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-enp0s3
TYPE=Ethernet
PROXY_METHOD=none
BROSWSET_ONLY=no
BOOTPROTO=static
DEFROUTE=yes
.....
DEVICE=enp0s3
ONBOOT=yes
IPADDR=192.168.100.200      本机IP地址
NETMASK=255.255.255.0
GATEWAY=192.168.100.254  默认网关地址
ONBOOT=yes
```

路由器的接口

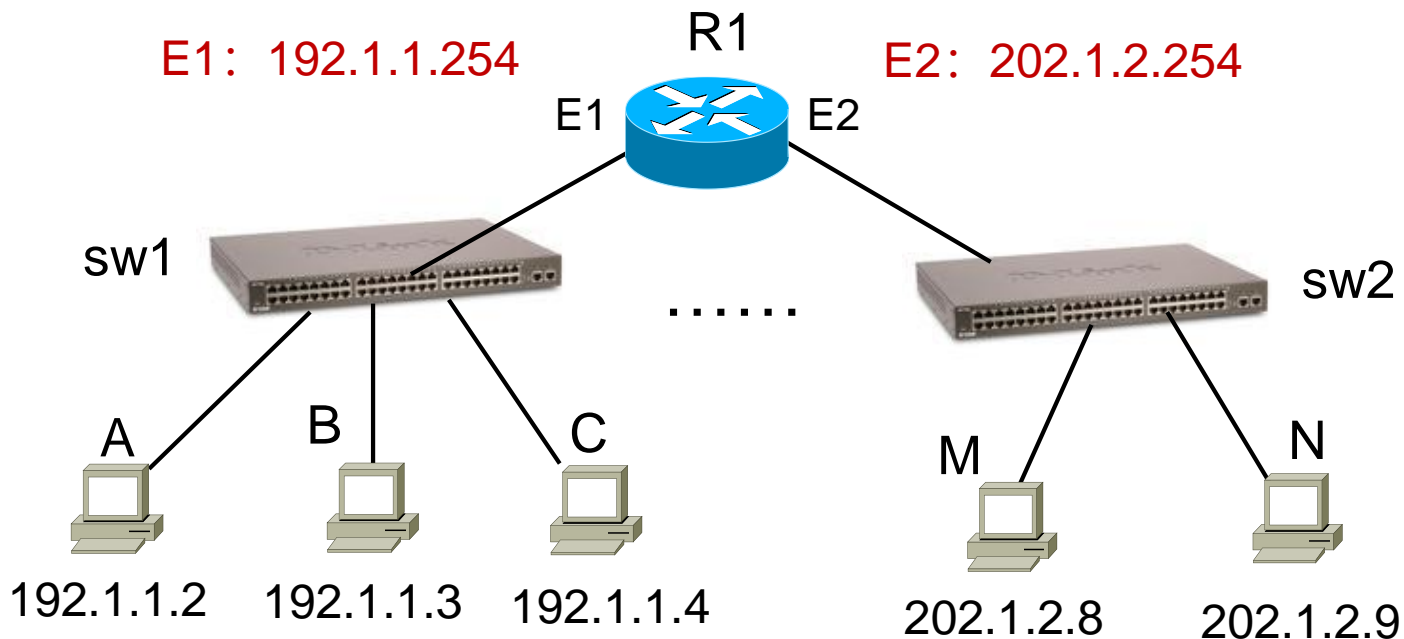
▣动画演示：路由器接口作为所接入网络的默认网关



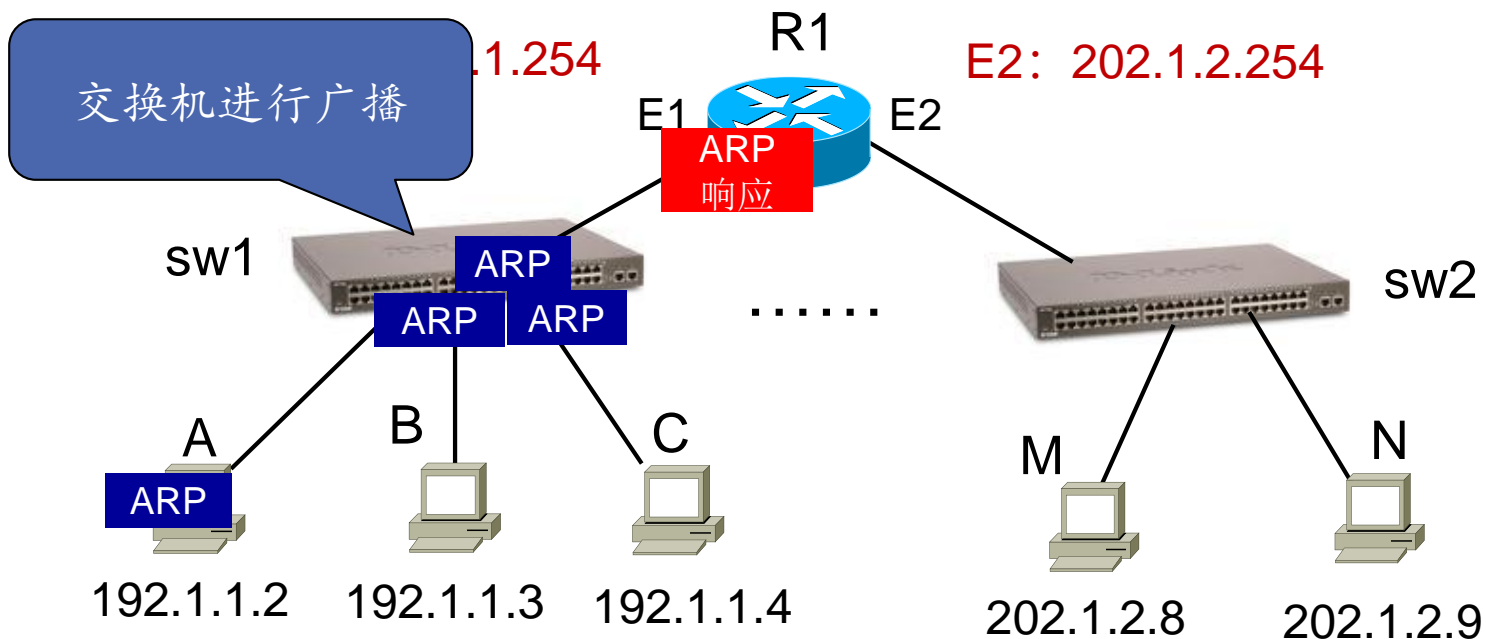
联网环境：交换机sw1和sw2分别连接两个不同的网络，两台交换机通过路由器R1的e1接口和e2接口互连。主机IP地址、默认网关、路由器接口IP地址如上图



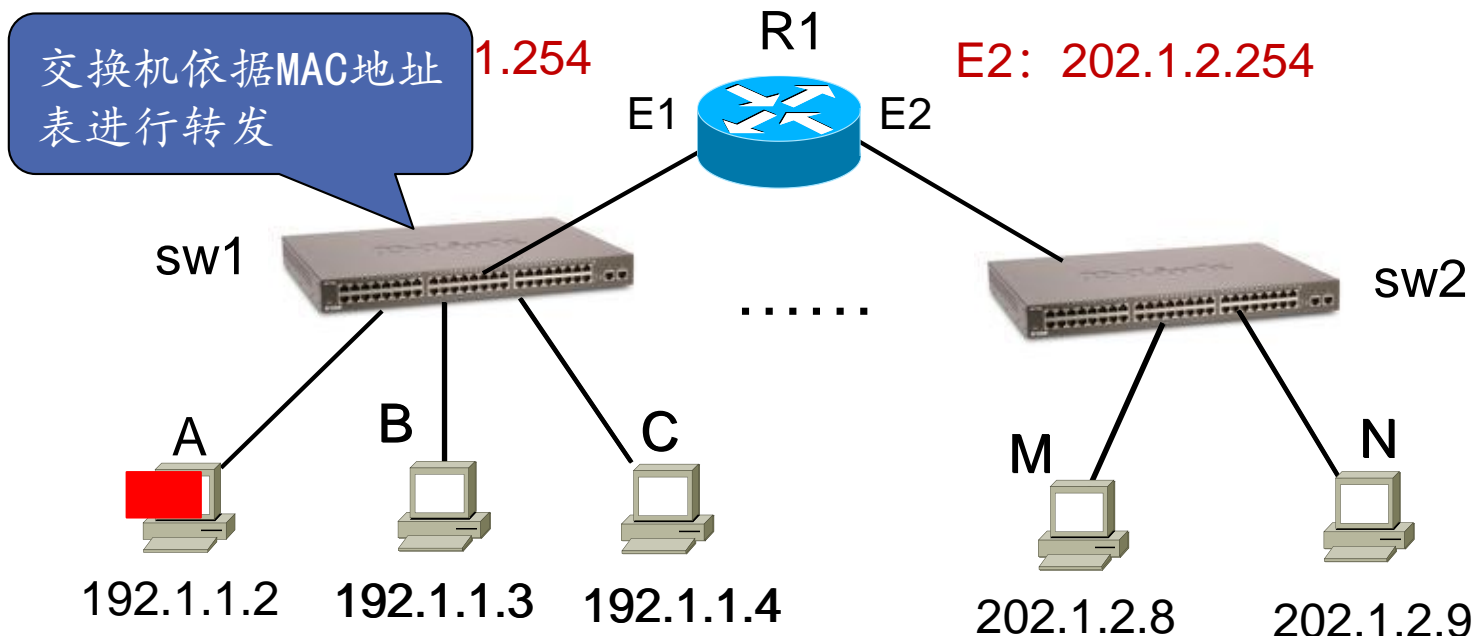
1. 若A想和C通信，由于它们在同一个网络内，所以通过交换机就可以实现目的发送，不需要路由器。



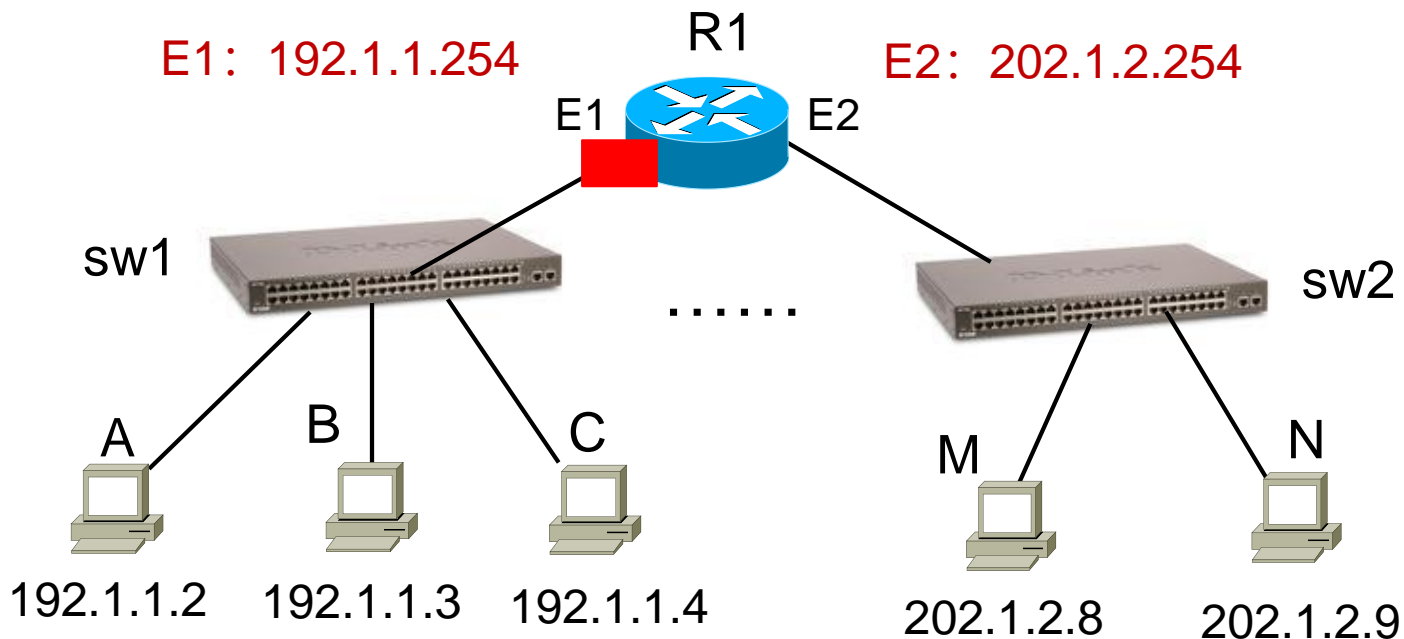
2. 若A想和N通信，但它发现N与自己不在一个网络内，所以A把数据包发给自己的默认网关地址，即192.1.1.254。注意，A在封装报文时，用192.1.1.2作为源IP地址，仍然用202.1.2.9作为目的IP地址。



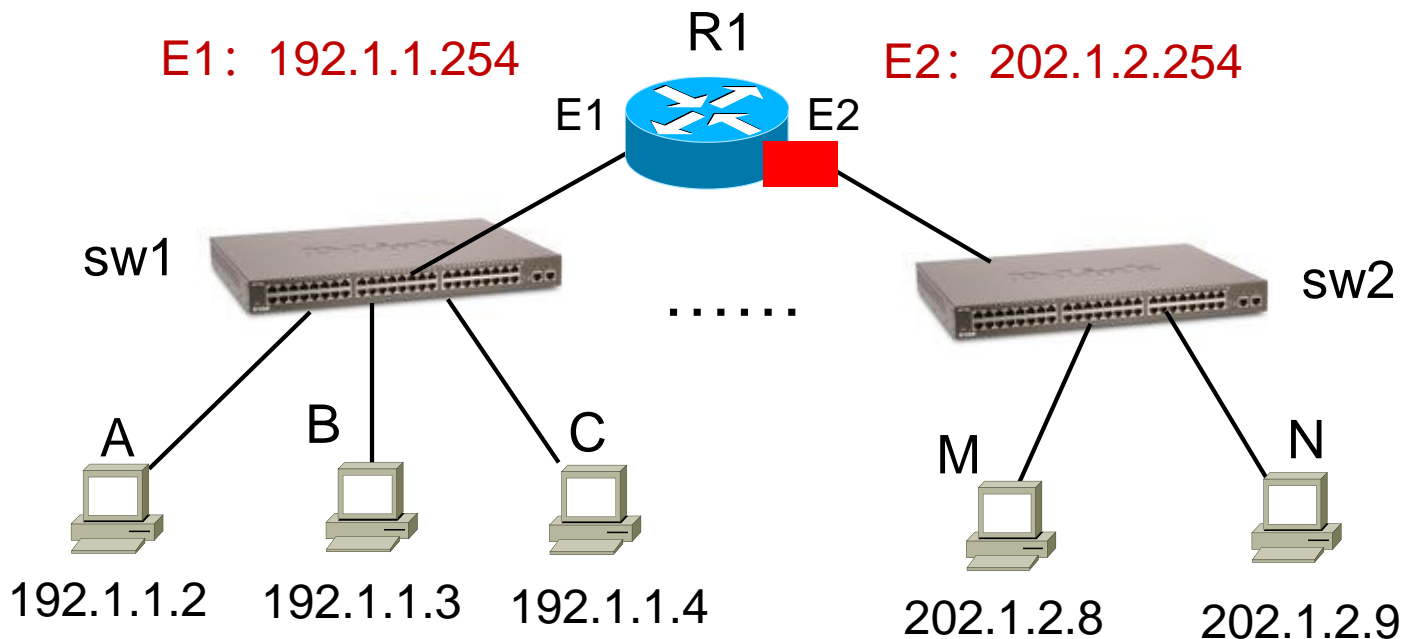
3. 若A不知道默认网关（即e1接口）的MAC地址，则首先发出ARP请求，通过网关的IP地址，去找它的MAC地址。由于A与自己默认网关在同一个网络（广播域）中，因此，ARP请求可以成功获取默认网关的MAC。



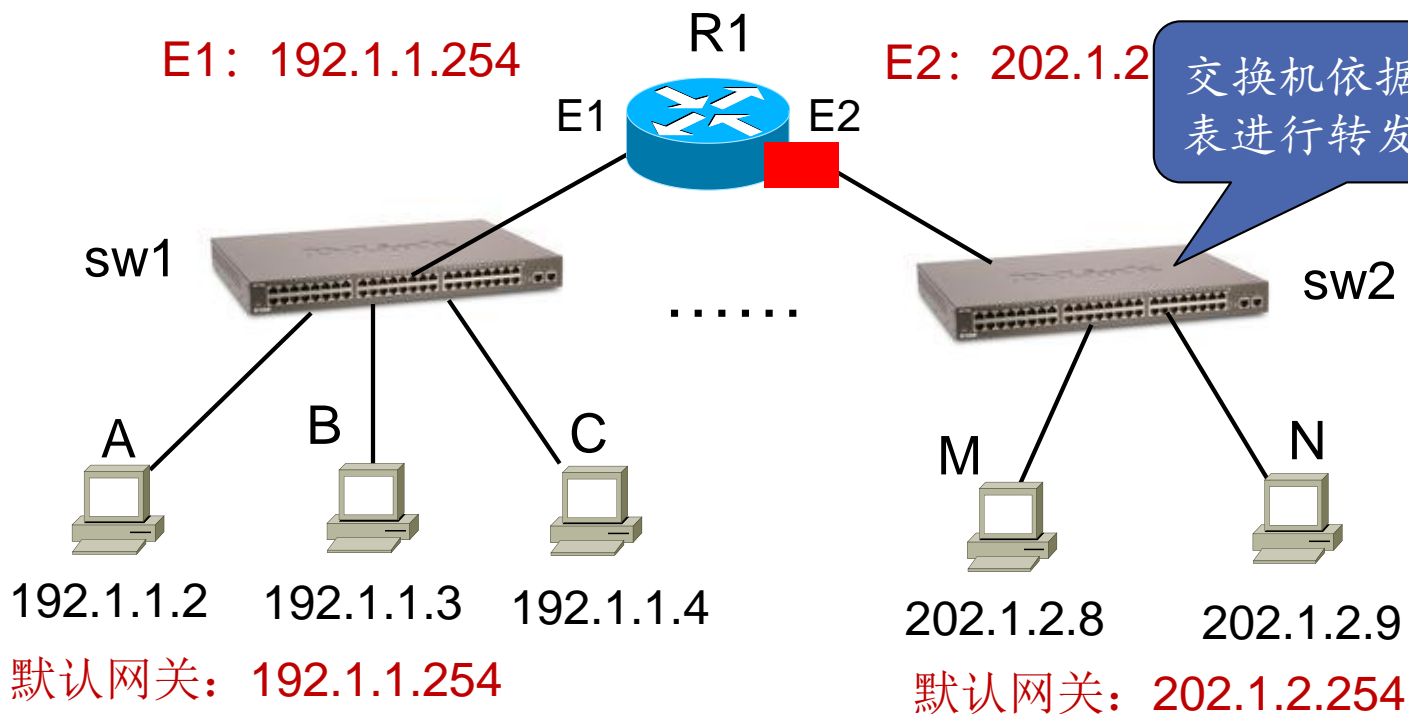
4. 得到默认网关（即E1接口）的MAC地址后，则将其封装在报文中，作为目的MAC，然后将报文发到E1接口。E1接口发现该报文是给自己的（MAC地址相符），去掉帧头、帧尾，然后把数据部分提交网络层。



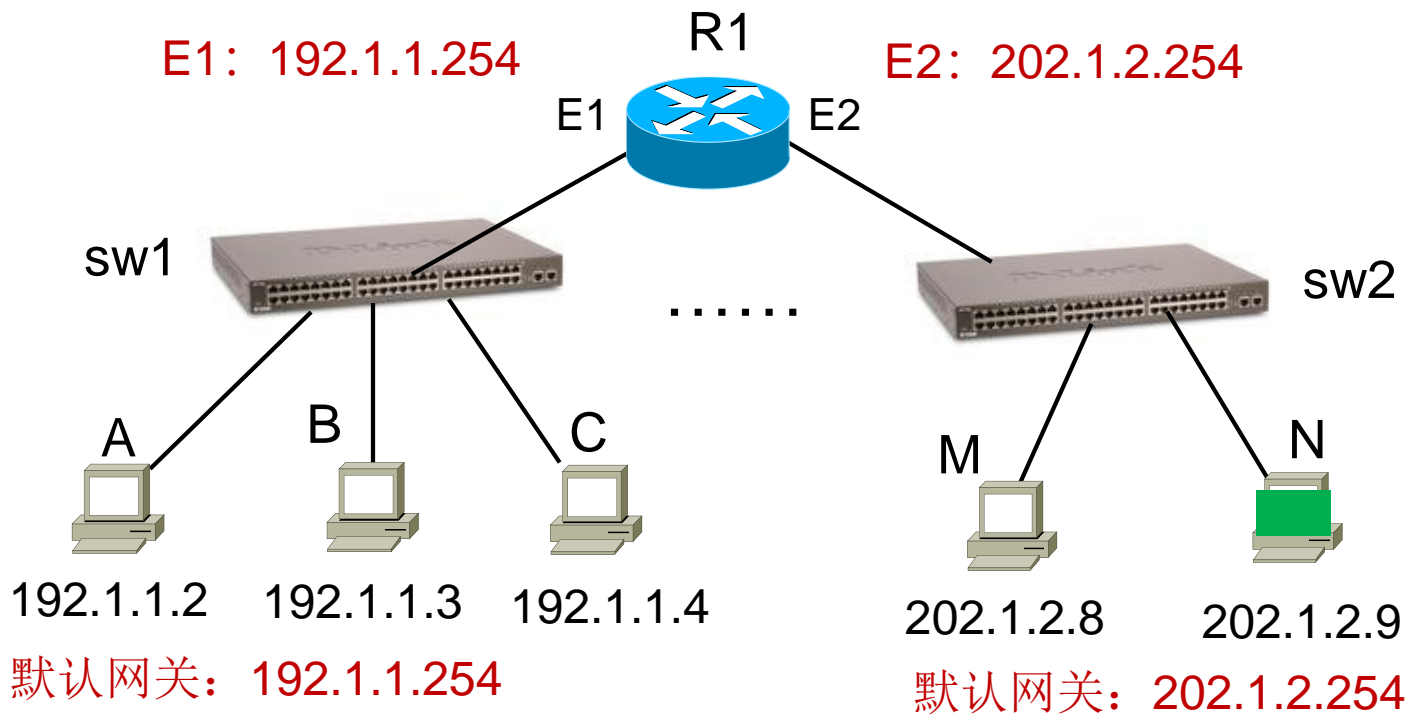
5. 路由器R1对收到的数据包网络层首部进行分析，读取其中的目的IP地址，计算出目的网络地址（202.1.2.0），并查看路由表得知该目的网络直接连在自己的E2接口，于是将数据包转发给E2接口；



6. E2接口在发出数据包之前，要重新封装，目的IP（主机N）和源IP（主机A）保持不变，但是将自己的MAC作为源MAC。由于E2接口就是目的网络的网关（与目的主机在同一网络），可以直接将数据包发给目的主机N，于是将主机N的MAC地址作为目的MAC（通过ARP获得）。



7. 重新封装的数据包从E2接口发出去，到达交换机sw2，sw2查看MAC地址表后，将数据包发给最终的主机N。



8. 从主机N返回的确认报文，其过程类似。主机N先把报文发给自己的默认网关（即E2接口），然后通过路由器转发给主机A所在的网络。

路由器的接口

□ 路由器接口在通信过程中起的作用

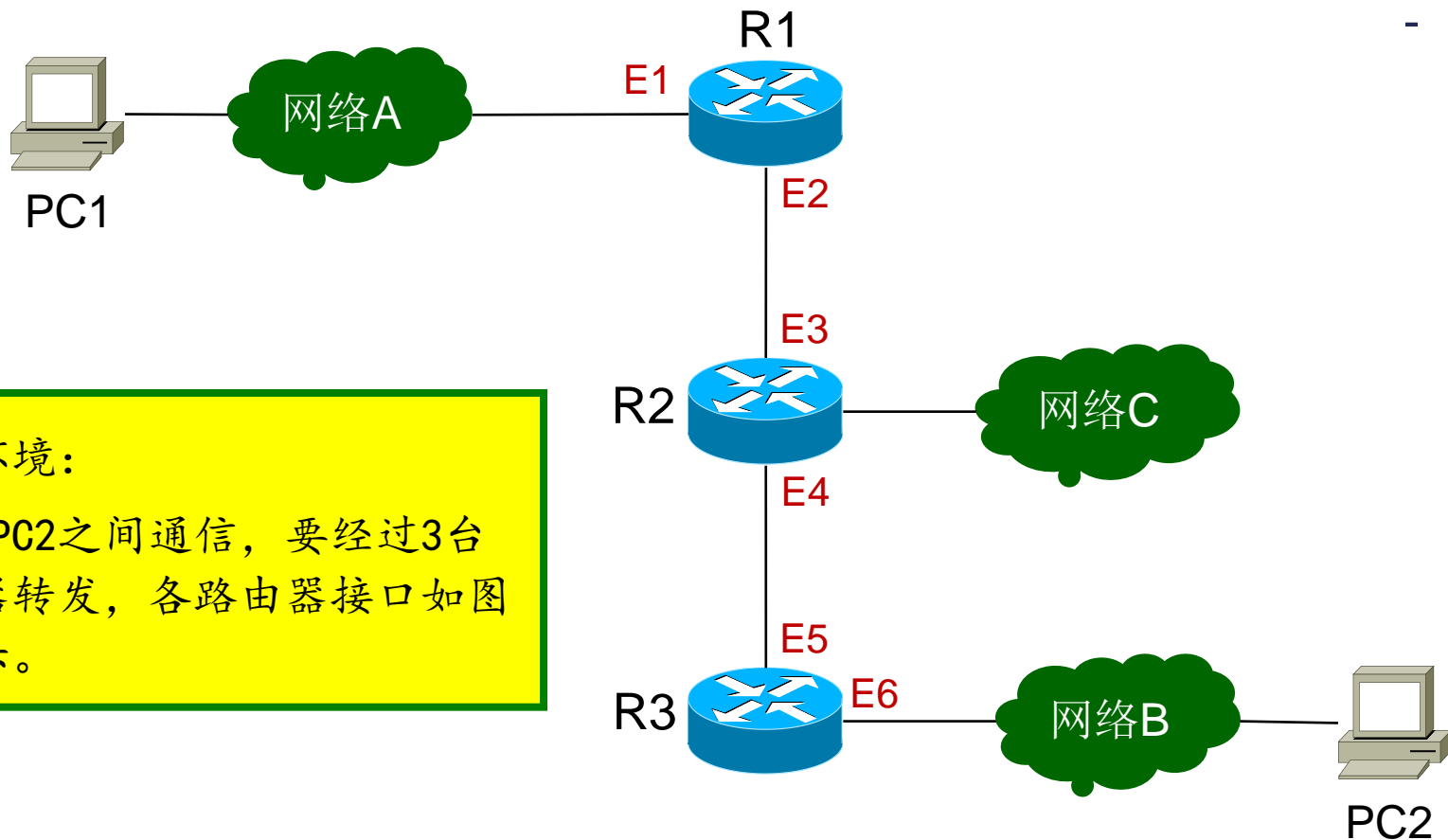
■ (2) 作为通信过程中，数据包的“下一跳”

- ▶ 当通信过程要经过多个路由器，即默认网关无法将收到的数据包直接转发到目的网络时，路由器（依据路由表）可以将数据包转发至与自己相邻的、另一台路由器的接口，然后由该路由器完成后续的转发工作。
- ▶ 这里的“相邻的、另一个路由器的接口”，就是该数据包下一步要到达的地方，即“下一跳”。
- ▶ 动画举例

路由器的接口

□动画演示：路由器接口作为“下一跳”

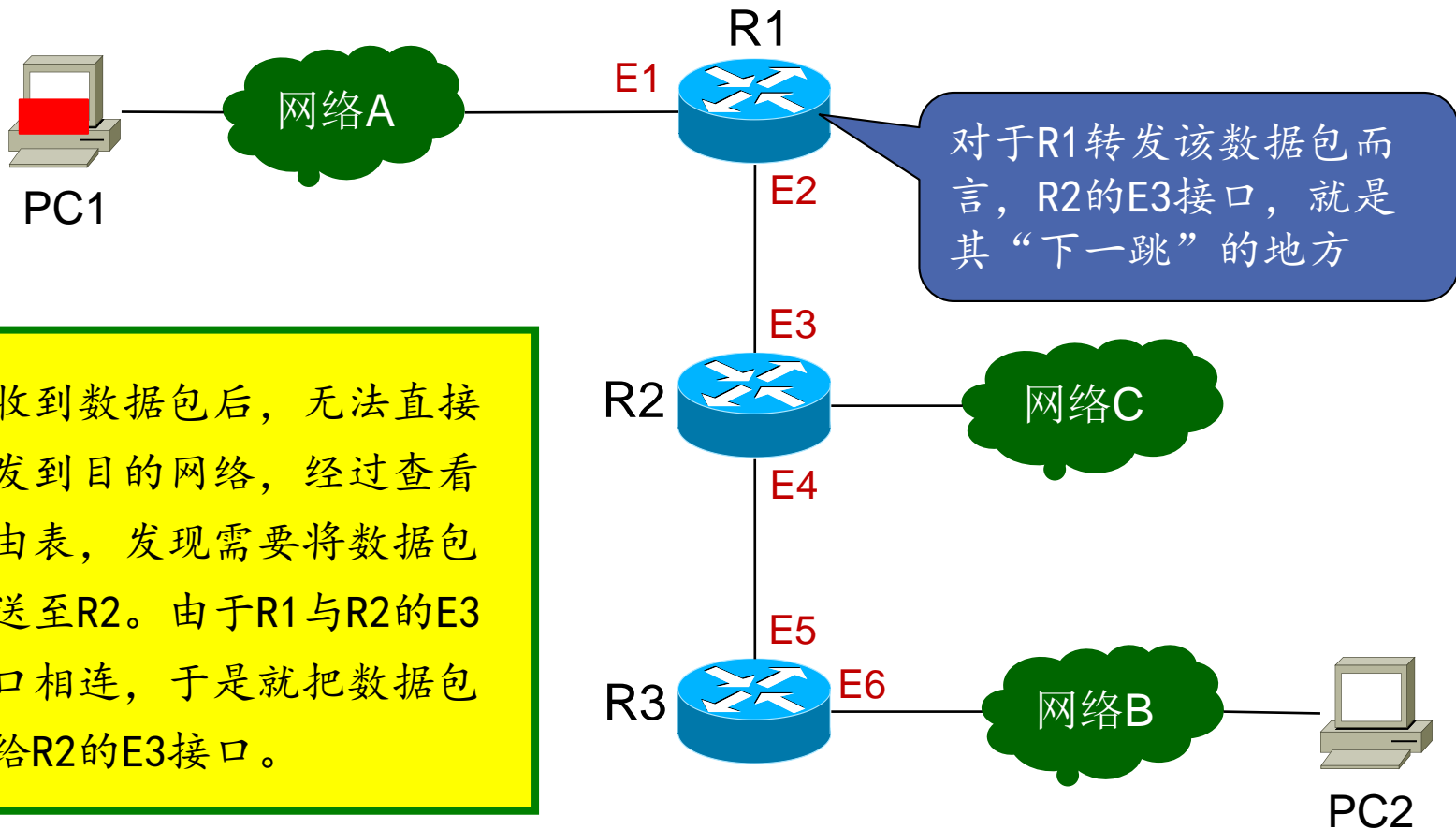
◆ 动画演示：下一跳



联网环境：

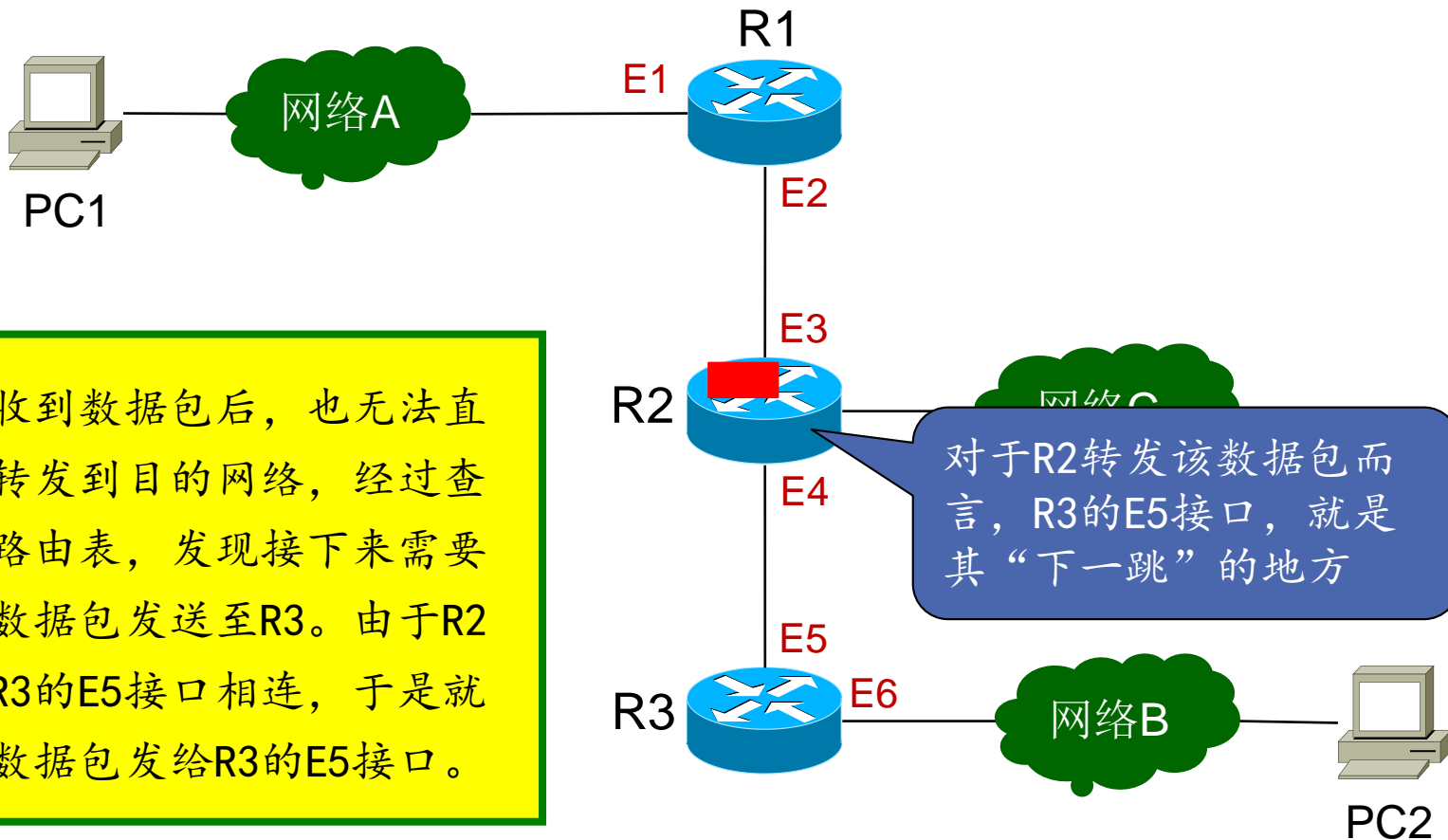
PC1和PC2之间通信，要经过3台路由器转发，各路由器接口如图中所示。

◆ 动画演示：下一跳



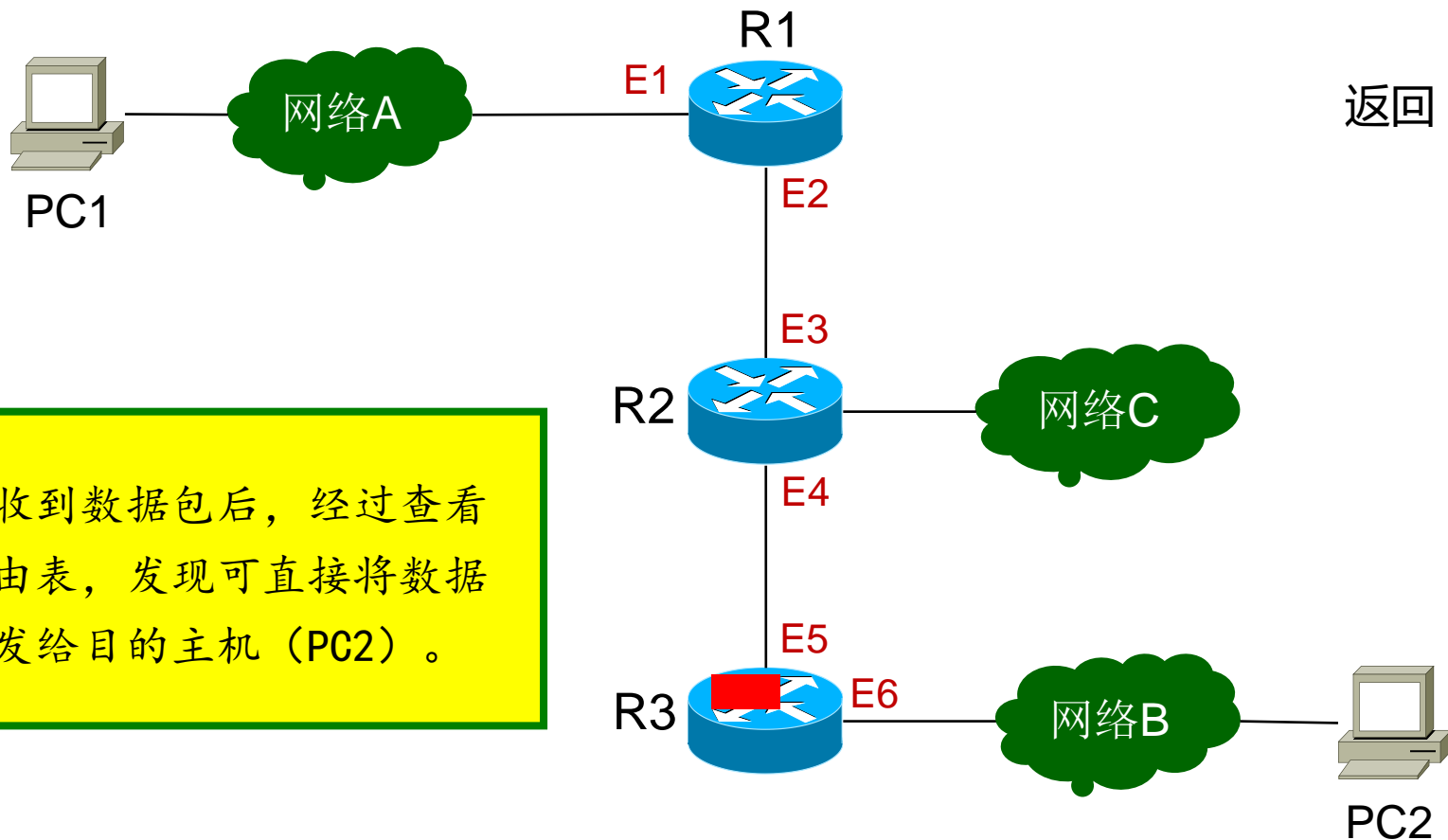
1. R1收到数据包后，无法直接转发到目的网络，经过查看路由表，发现需要将数据包发送至R2。由于R1与R2的E3接口相连，于是就把数据包发给R2的E3接口。

◆ 动画演示：下一跳



2. R2收到数据包后，也无法直接转发到目的网络，经过查看路由表，发现接下来需要将数据包发送至R3。由于R2与R3的E5接口相连，于是就把数据包发给R3的E5接口。

◆ 动画演示：下一跳

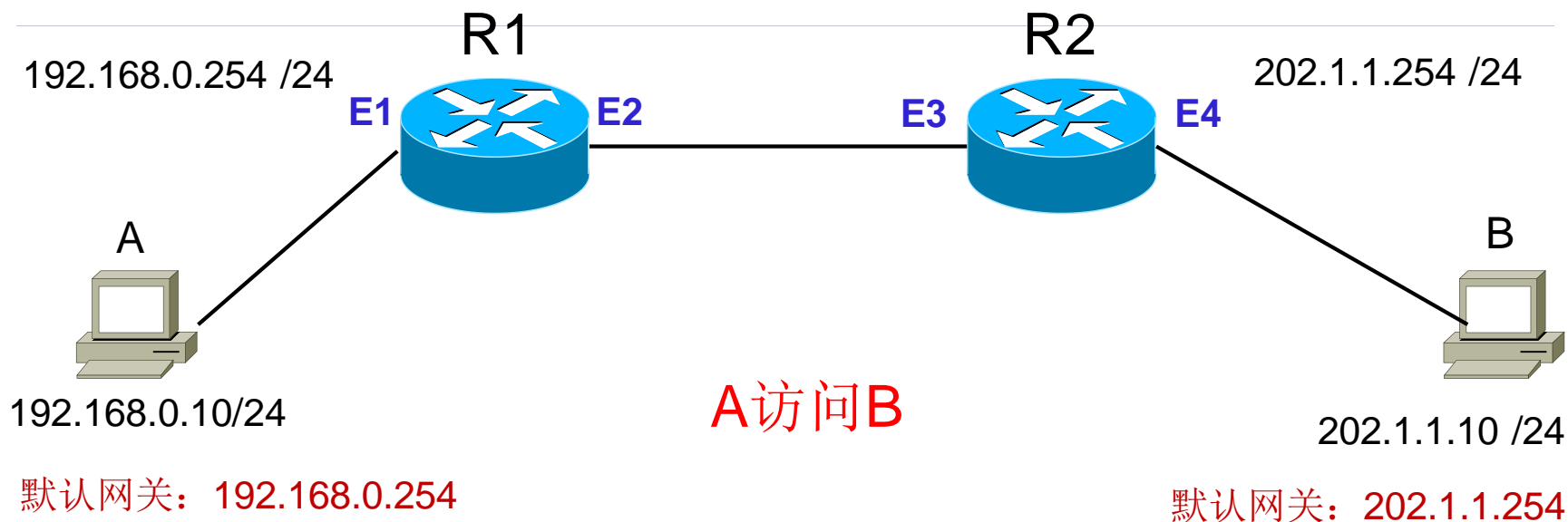


返回

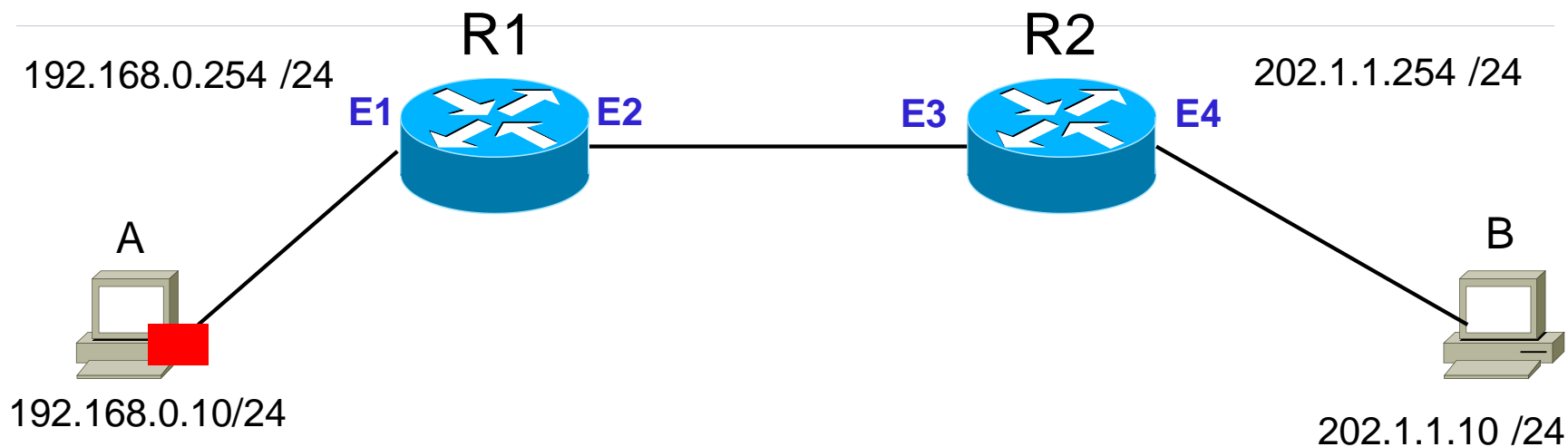
3. R3收到数据包后，经过查看路由表，发现可直接将数据包发给目的主机（PC2）。

路由器的接口

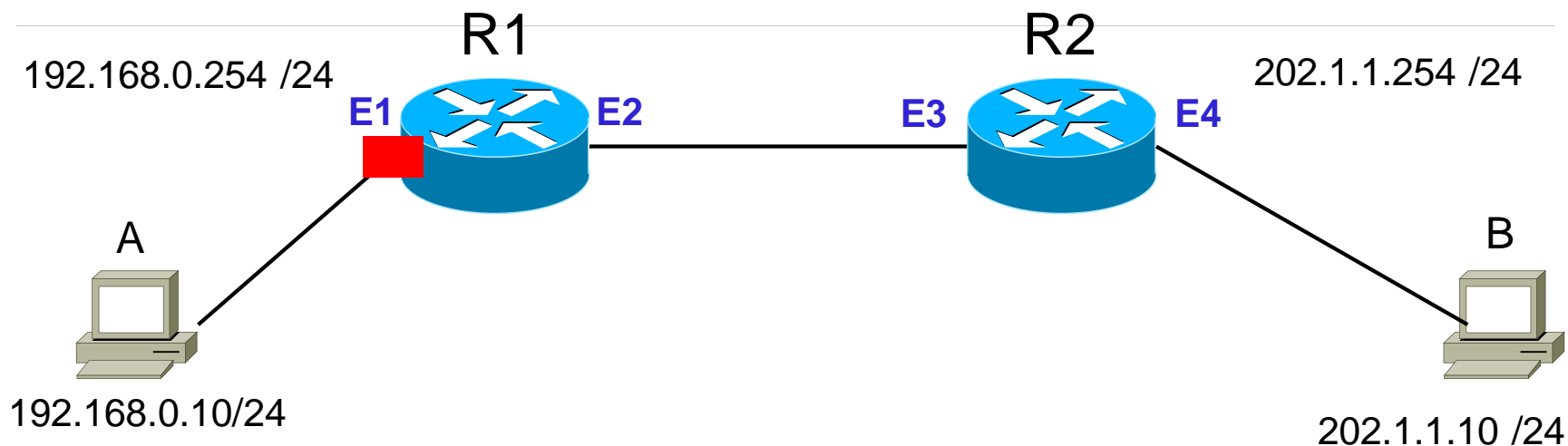
□动画演示：路由器的通信过程分析



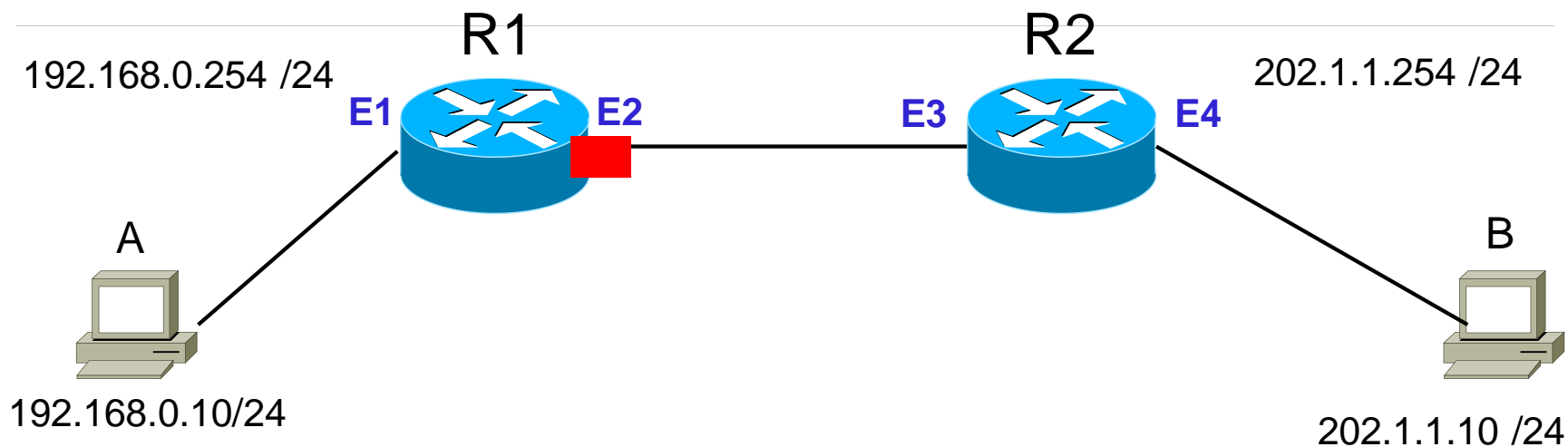
网络拓扑说明: 主机A和主机B之间要经过2台路由器R1和R2。主机A和R1之间的交换机略去, 主机B和R2之间的交换机略去。主机IP地址及默认网关地址如上图。



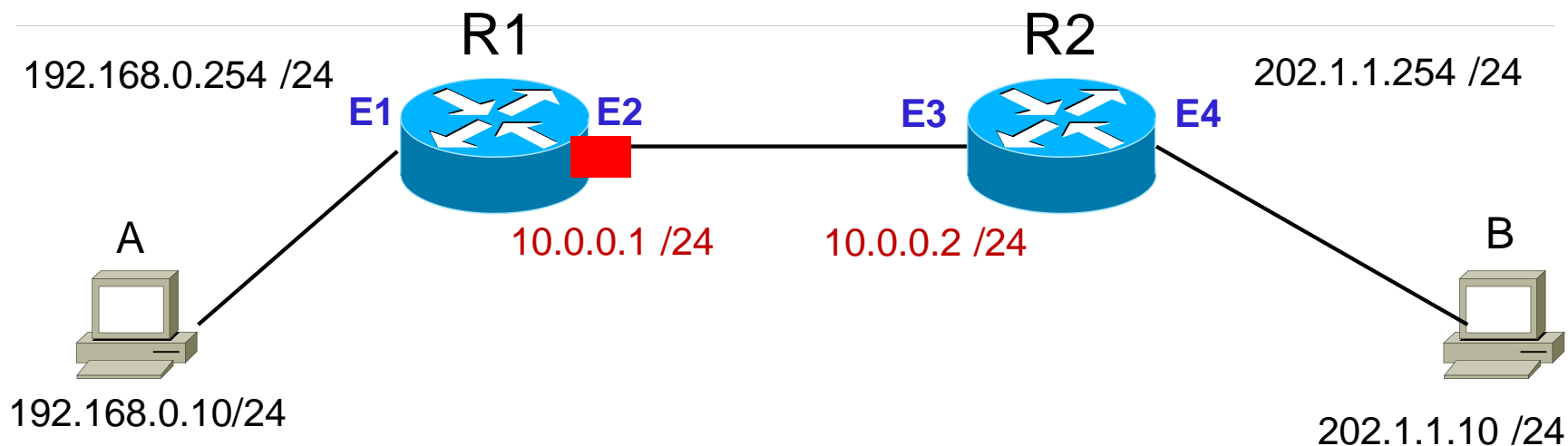
1. 主机A把数据包发给自己的默认网关，即R1的E1接口。（通过ARP协议可获取E1接口的MAC地址）



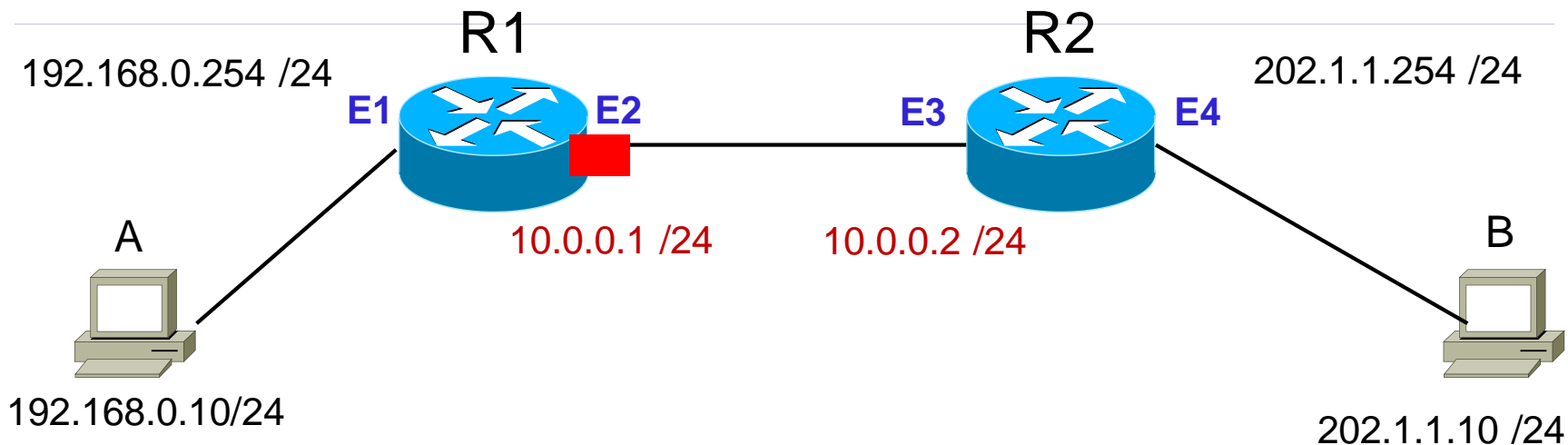
2. R1分析数据包的目的IP，得出目的网络地址（202.1.1.0）。通过查看路由表，它发现要想到达目的网络，需要先将报文通过自己的E2接口，发送给相邻路由器R2的E3接口，即“下一跳”是R2的E3接口。
注意：下一跳，指的是到达目的网络的下一个路由器（接口）



3. 问题：当数据包从E2发出时，如何到达“下一跳”（即R2的E3）呢？

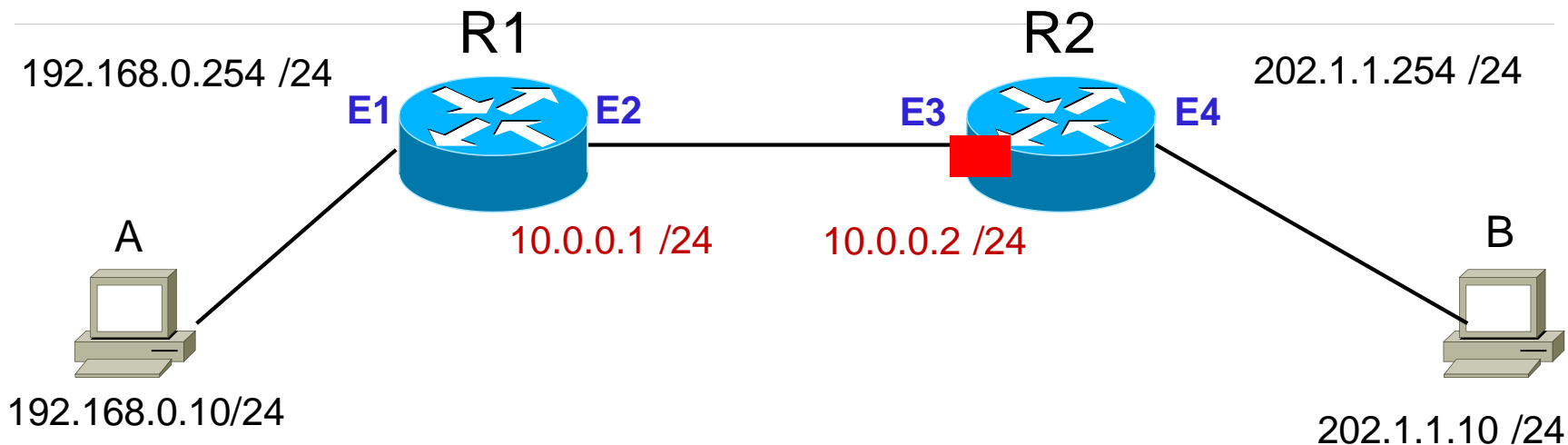


4. 注意，此处的E2接口和E3接口也是必须配置IP地址的。也就是说，R1中所提到的“下一跳”，实际就是指的R2的E3接口的IP地址。
5. 此外，E2和E3接口的IP地址必须在同一网络（即网络号相同），否则E2接口无法直接和E3接口通信；

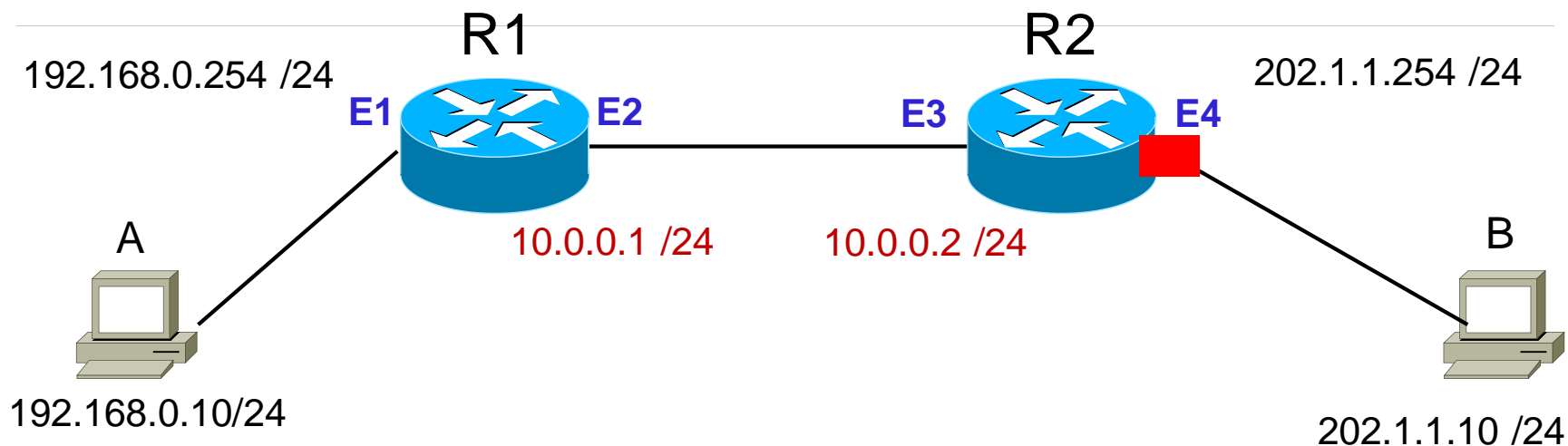


6. E2接口发送数据包之前，重新封装，目的IP（主机B）和源IP（主机A）保持不变（以保证“下一跳”路由器收到数据包后，也能正确转发），将自己的MAC地址作为源MAC，将“下一跳”（即E3接口）的MAC地址作为目的MAC，封装好以后，从E2接口发出。

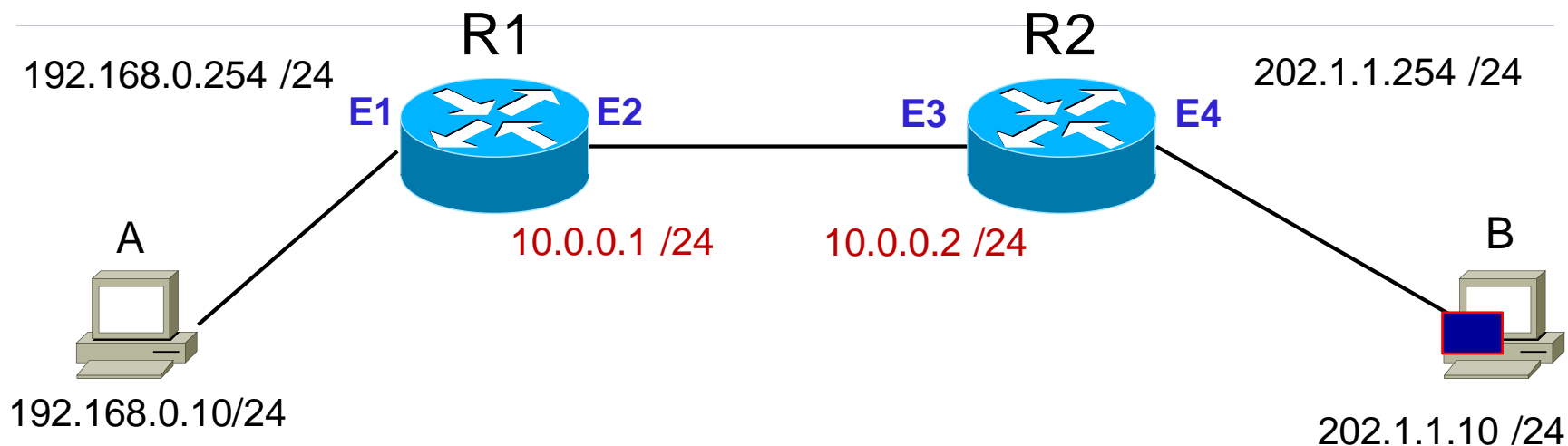
（注意，若E2接口不知道E3的MAC地址，则可以通过ARP协议获取）



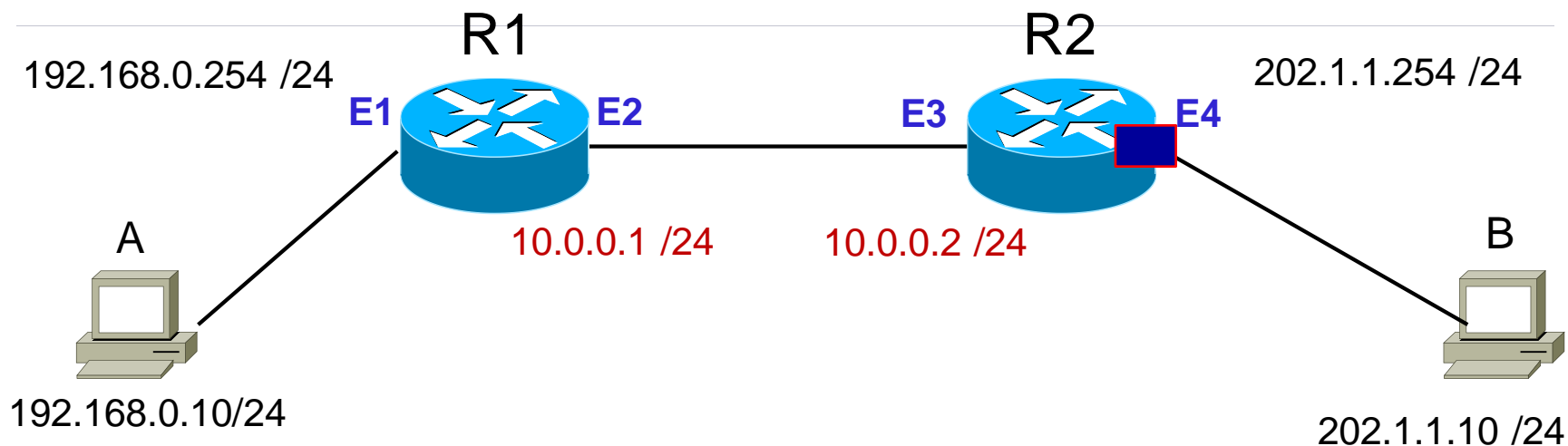
7. 路由器R2收到数据包，并对数据包网络层首部进行分析，计算出目的的网络地址（202.1.1.0），并查看自己的路由表得知，该目的网络就直接连在自己的E4接口上，于是把数据包转发给E4接口；



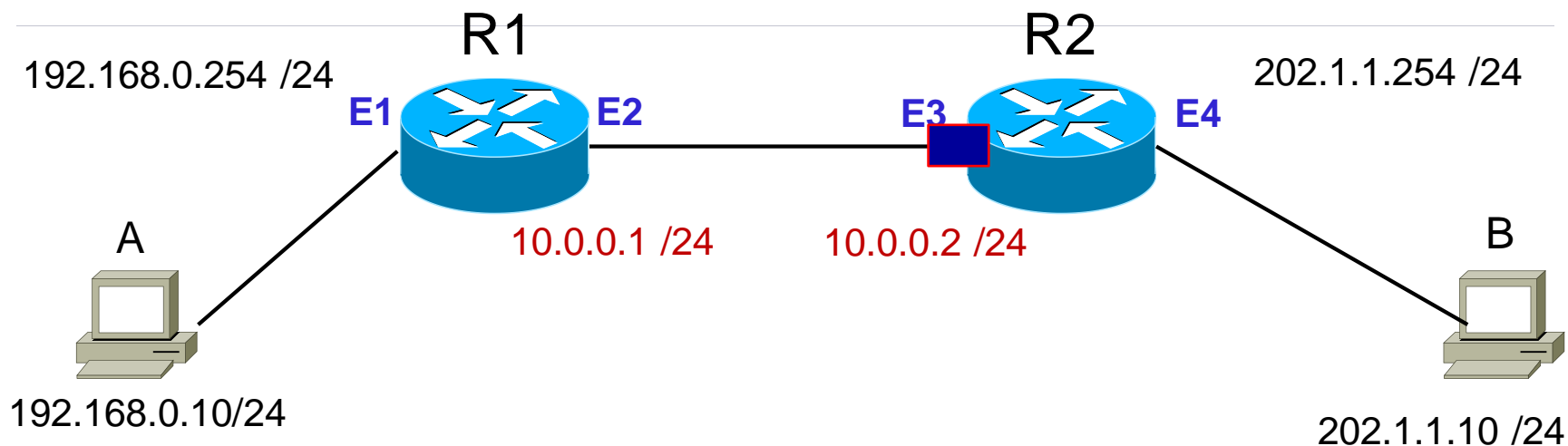
8. E4接口收到数据包后，重新封装，目的IP（主机B）和源IP（主机A）保持不变，将自己的MAC作为源MAC，它发现目的IP地址与自己就在同一个网络，于是将主机B的MAC地址作为目的MAC，然后发出去，最终到达主机B。



9. 从主机B返回的确认报文，其过程类似。注意此时目的IP为主机A，源IP为主机B。主机B先把报文发给自己的默认网关（即E4接口）。



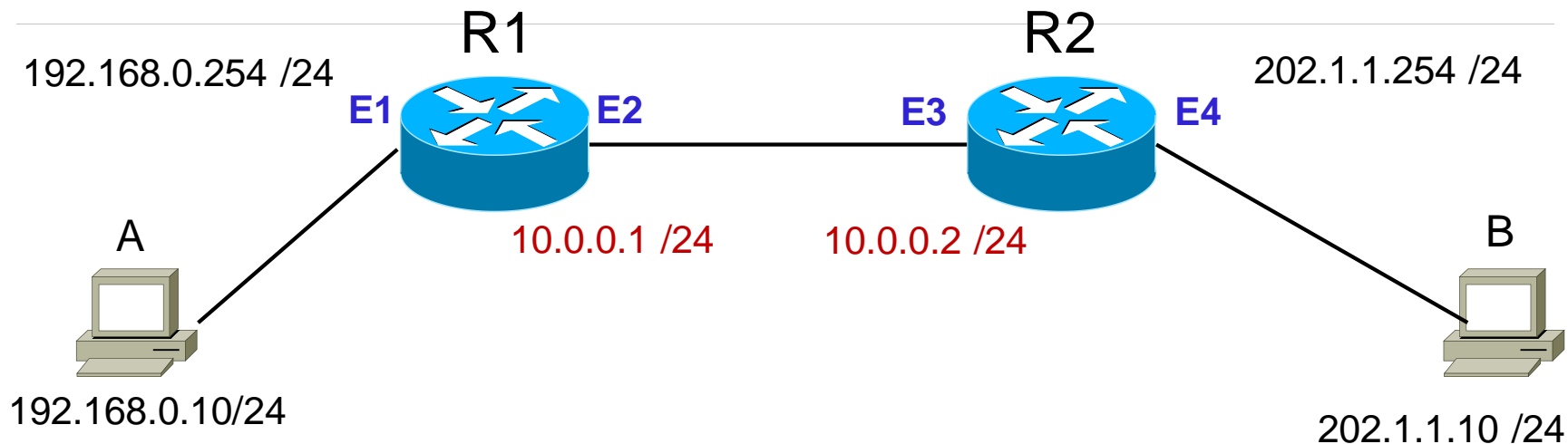
10. 路由器R2收到数据包后，对数据包的网络层首部进行分析，得出目的的网络地址是192.168.0.0。经过查看自己的路由表，发现要到达目的网络，下一步要先到达E2，即“下一跳”是E2接口（不是E3）。并且，R2又发现E2所在的网络，是直接连在自己的E3接口，于是将数据包发给E3接口。



11. E3接口发送数据包之前，重新封装，目的IP（主机A）和源IP（主机B）保持不变，将E3的MAC地址作为源MAC，将“下一跳”（即E2）的MAC地址（可通过ARP获得）作为目的MAC，封装好以后，从E3接口发出。

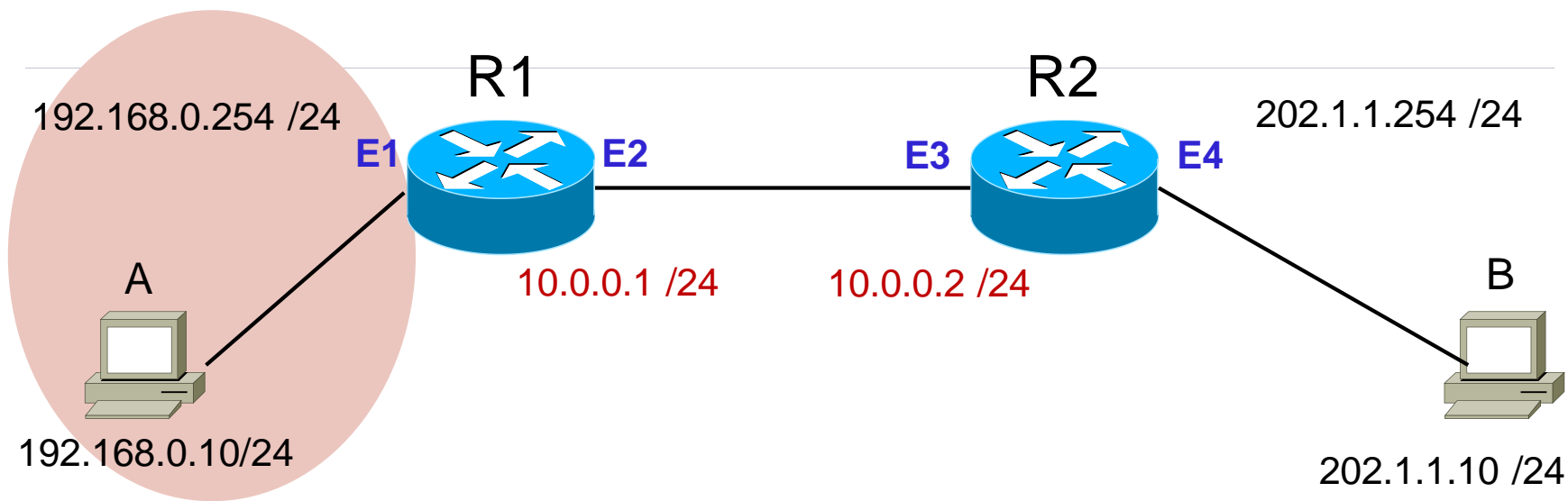


12. 路由器R1收到数据包，并对数据包网络层首部进行分析，计算出目的网络地址（192.168.0.0），并查看自己的路由表得知，该目的网络就直接连在自己的E1接口上，于是把数据包转发给E1接口，最终到达主机A。



总结:

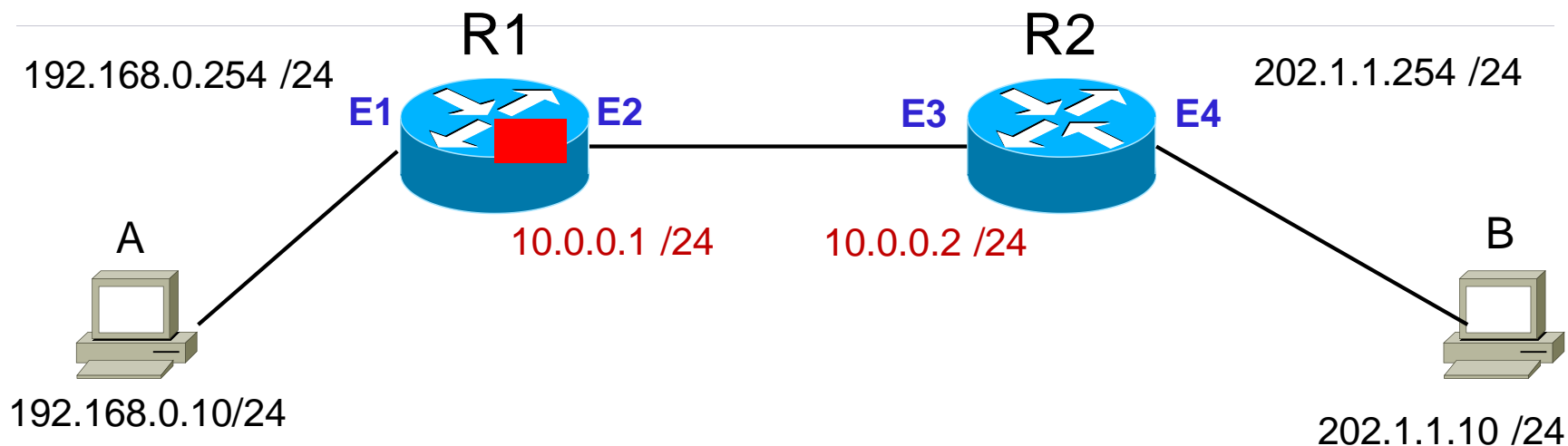
1. 主机A在访问另一网络内的主机时，要先把数据包发给自己的默认网关。主机的IP地址与自己的默认网关的IP地址必须在同一网段内。从而保证主机和默认网关之间可以直接通信。



总结：

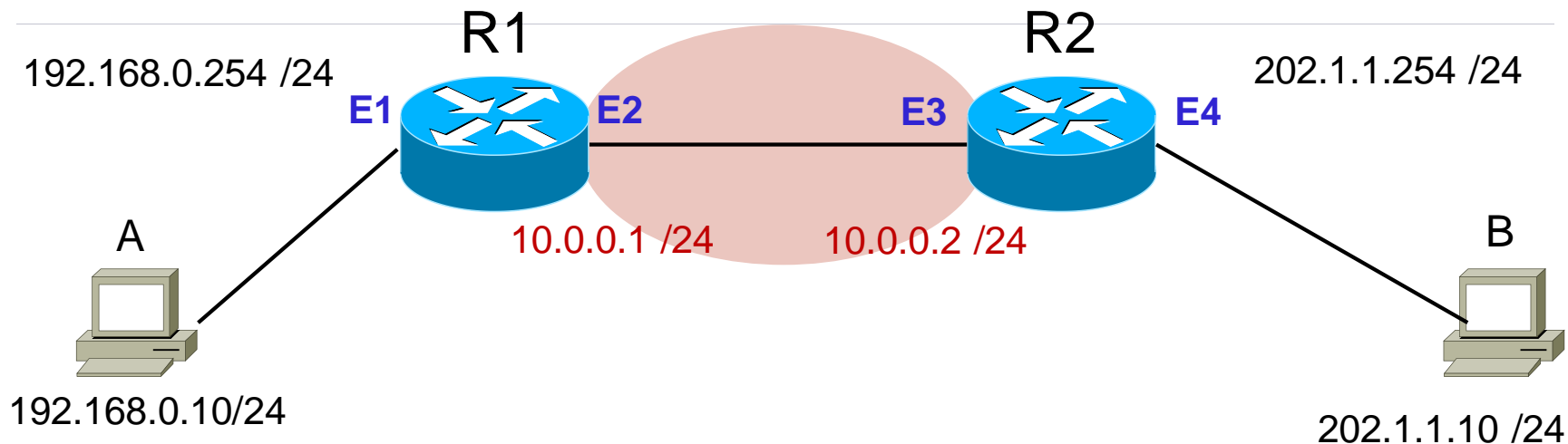
2. 可以把路由器某接口的IP地址，作为该接口所直接连接的网络内各主机的默认网关地址。

(也可将默认网关配置在路由交换机上……)



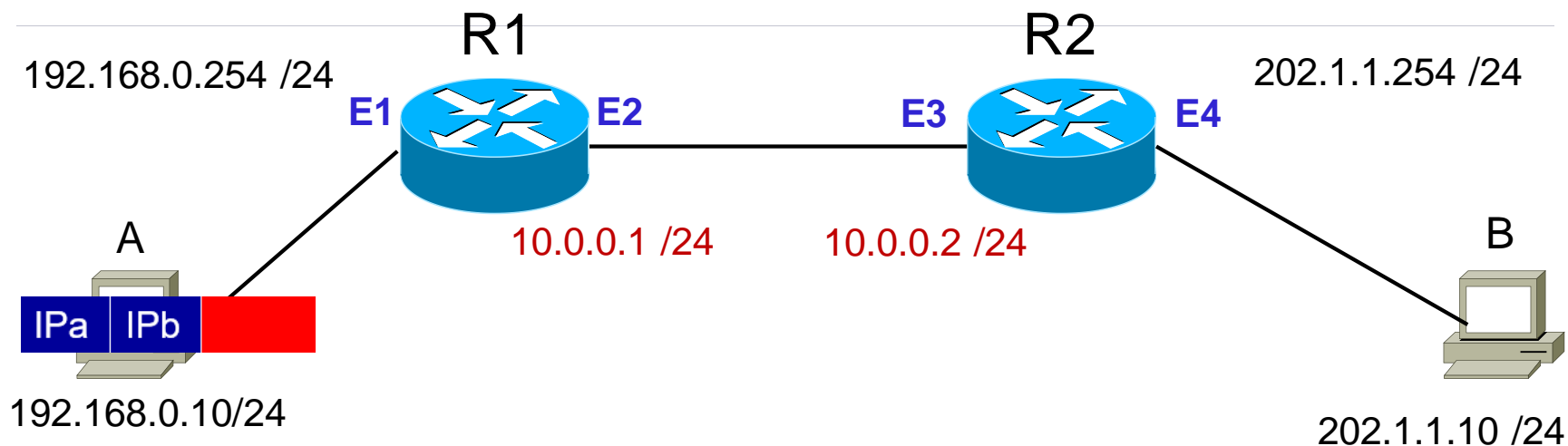
总结：

3. 若通信过程需要经过多台路由器转发，则路由器会将数据包转发至到达目的网络所要经过的下一个路由器的某个接口，即“下一跳”是与该路由器相邻的另一台路由器的某个接口。



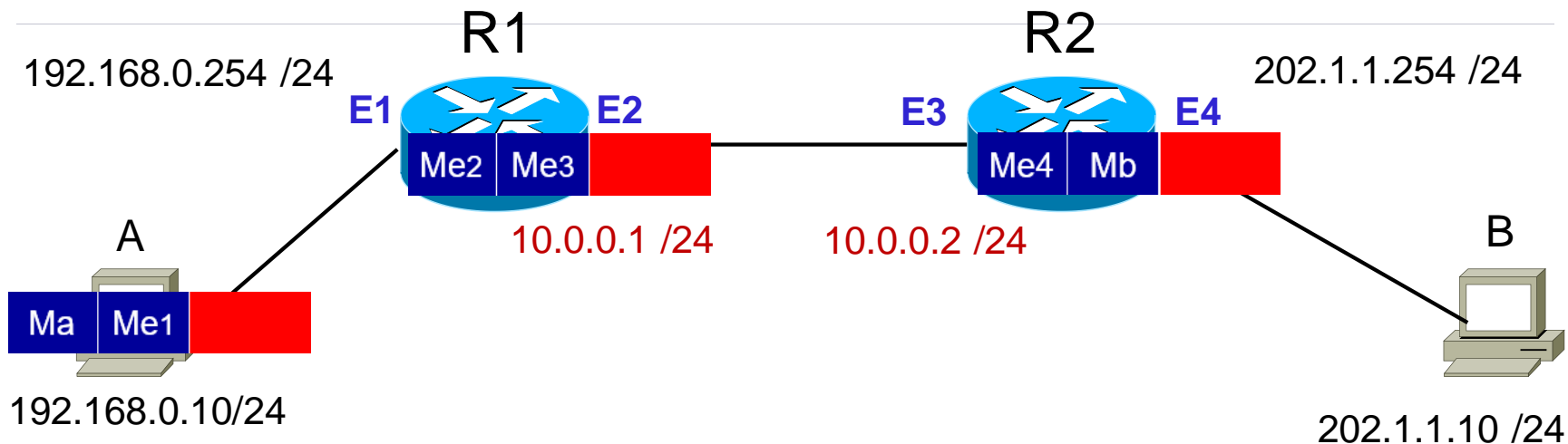
总结：

4. 相邻两台路由器，其互连接口的IP地址必须在同一网段，这样才能实现路由器接口之间的直接通信。



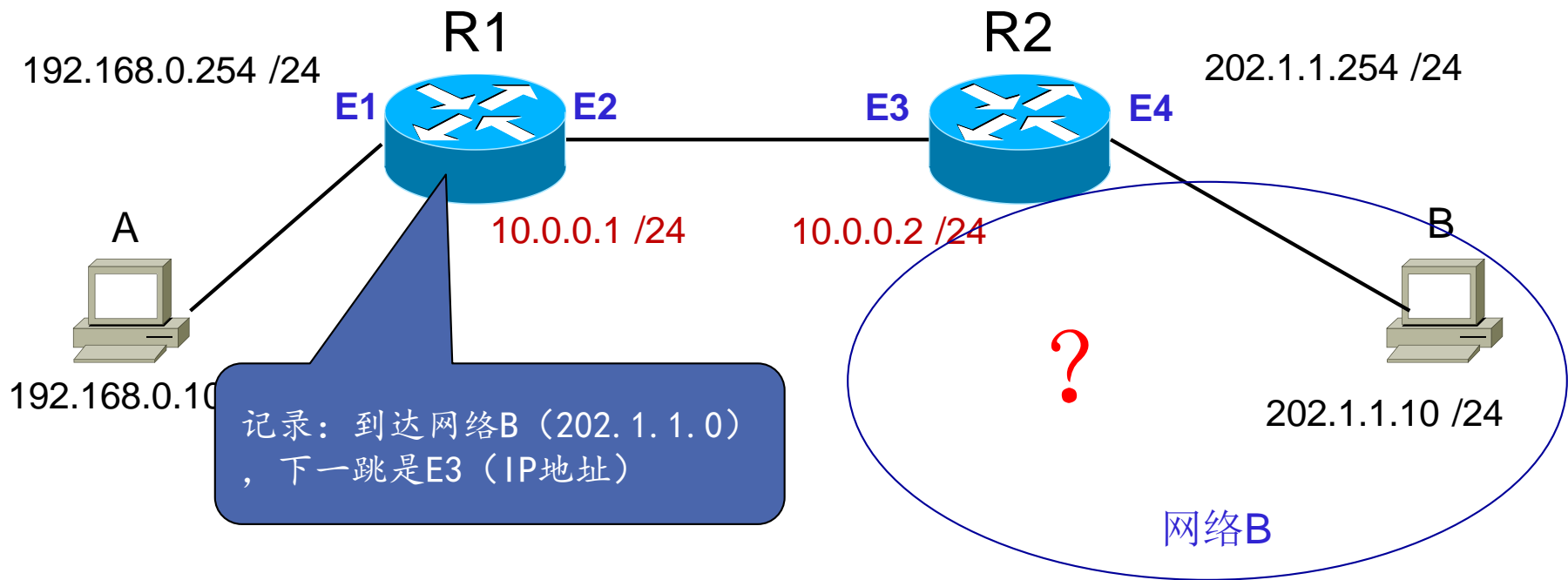
总结：

5. 从主机A发出的数据包，在到达主机B的过程中，报文中封装的源IP（主机A的IP地址）和目的IP（主机B的IP地址）始终保持不变，从而保证各路由器在转发时，能够将数据包转发到正确的目的网络。



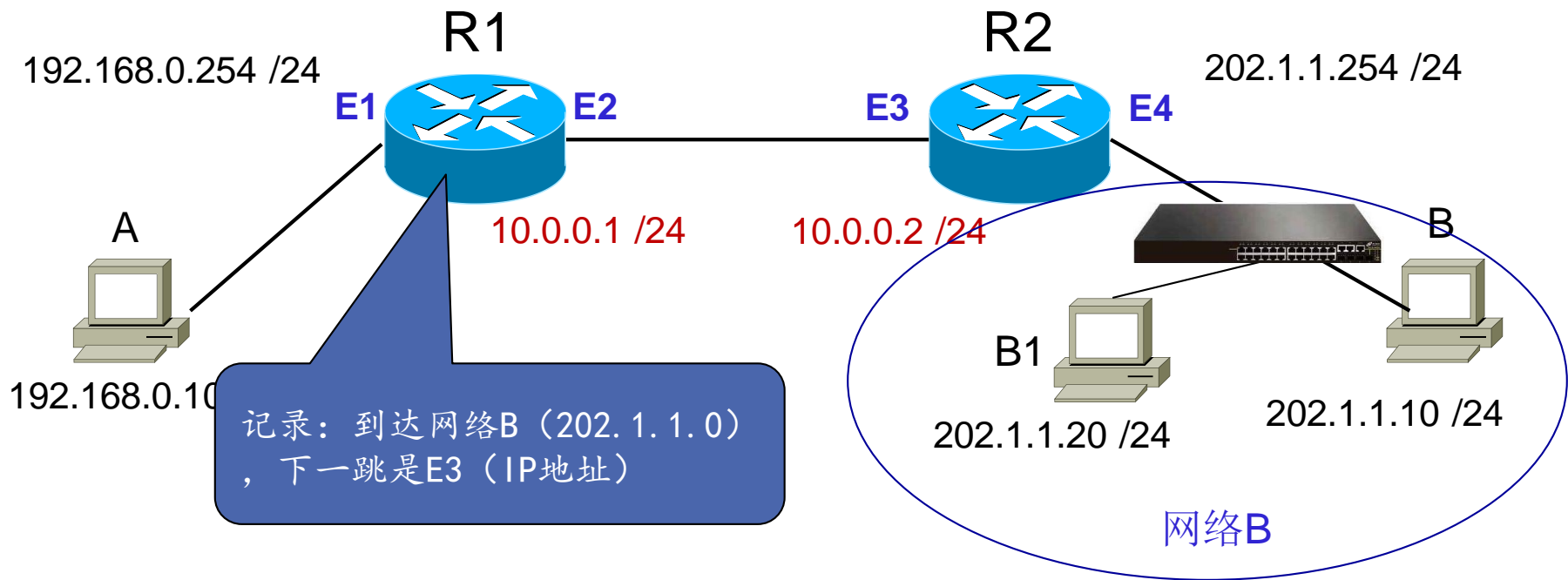
总结：

6. 主机A访问主机B时，不需要知道主机B的MAC地址，且主机A发出的数据包，在到达主机B的过程中，报文中封装的源MAC和目的MAC，会根据所经过的路由器的接口MAC地址而发生变化。



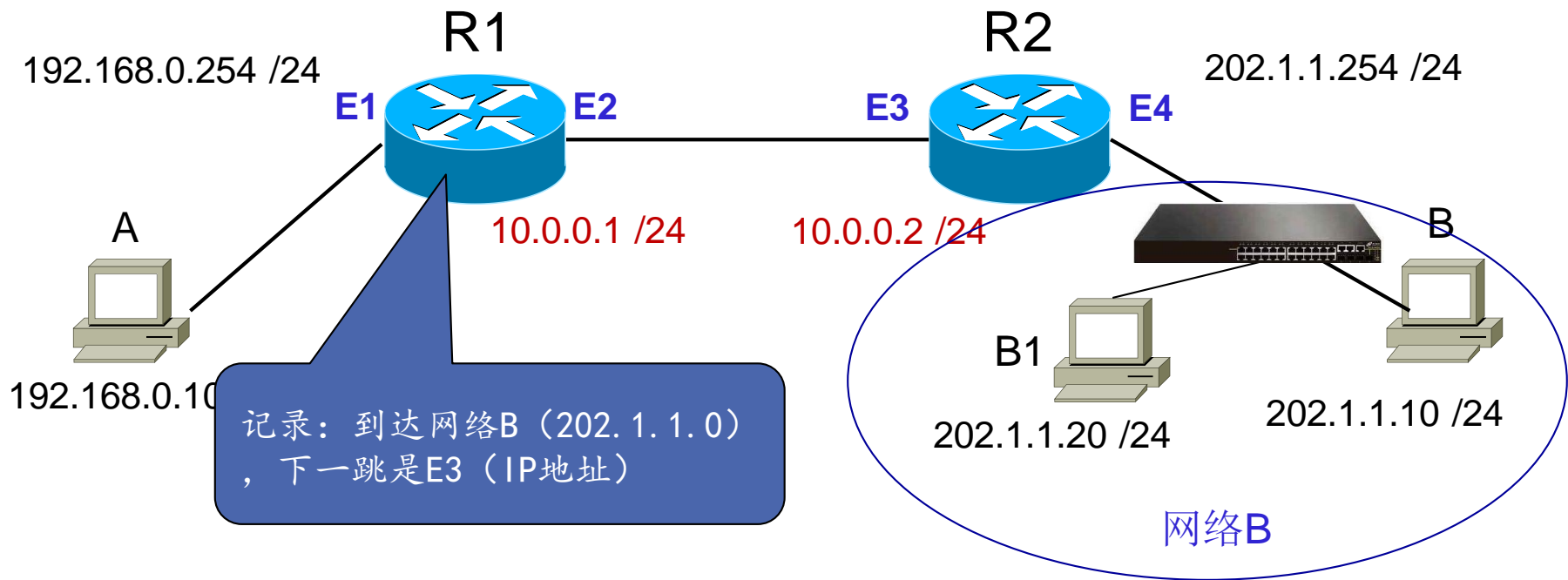
总结：

7. 路由器中所记录的，应该是“到达某个网络，该如何转发”，而不是“到达某个IP地址，该如何转发”。



总结：

- 网络B中可以有多台主机，但它们IP地址的网络号是相同的，即具有相同的网络地址（此处为202.1.1.0）。因此，不论主机A访问网络B中任何一台主机，路由器R1都可根据目的网络地址，将数据包转发至正确的“下一跳”，并最终达到网络B。



总结:

7. 到了目的网络后，目的网络的默认网关（例如此处的E4接口），会根据数据包中的目的IP（即目的主机的IP），通过ARP协议获得目的主机的MAC地址，并最终将数据包发给目的主机。

三、认识路由表

认识路由表

□ 问题：路由器进行转发的依据是什么？

■ 依据路由器中的路由表，转发数据包。

■ 特别说明：

- ▶ 每个路由器中都有一个路由表和**转发表**（即FIB, Forward Information Base）表；路由表内容的核心是三元素：目的网络、掩码、下一跳。而转发表的内容更详细，还包括输出端口信息等。
- ▶ 路由表用来决策路由，转发表直接作用于数据包，而路由表是转发表生成的依据，即转发表通过路由表生成。
- ▶ FIB表中每条转发项都指明分组到某个网段或者某个主机应该通过路由器的那个物理接口发送，然后就可以到达该路径的下一个路由器，或者不再经过别的路由器而传送到直接相连的网络中的目的主机。
- ▶ **本课程不再区分路由表和转发表。**

认识路由表

□ 寻径和转发

■ 在通信过程中，路由器的动作包括两项基本内容：寻径和转发。

■ 寻径：

▶ 即指路由器通过路由协议获取有关网络的方位信息的过程。寻径的结果让路由器内部形成了一个有效的路由表。

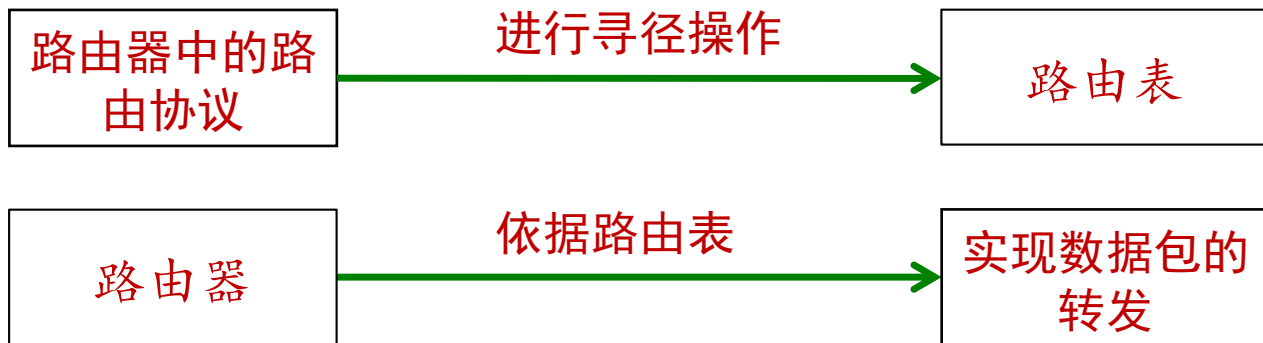
■ 转发：

▶ 当路由器收到数据包时，首先分析出该包的目的地网络，然后根据路由表将该数据包从对应的接口发送出去。若路由表中没有目的地网络的记录，则丢弃该数据包。

认识路由表

□ 寻径和转发

- 需要指出的是：路由器的寻径过程与数据的转发过程是完全独立的，换言之，即指路由器转发数据的过程不需要寻径操作的参与，而仅仅使用寻径的结果——路由表而已。通常路由器的寻径过程通过路由协议完成，而路由协议并不直接参与数据包的转发过程。



认识路由表

□ 路由表里面有什么？

```
[R-2]display ip routing-table
```

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```

```
-----
```

```
Routing Tables: Public
```

Destinations : 16		Routes : 16				
<u>Destination/Mask</u>	<u>Proto</u>	<u>Pre</u>	<u>Cost</u>	<u>Flags</u>	<u>NextHop</u>	<u>Interface</u>
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Destination/Mask（目的网络）

‣ 表示“目的网络及其地址掩码”

Destination/Mask	Prot				NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Di				10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

目的网络地址，而不是目的主机地址

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Proto（路由获取方式）

- 路由表在显示其中的路由条目时，会标明这个路由条目的类型（即这个条目是如何获得的）。
- 路由表中的条目获取方式有3种：直连路由、静态路由、动态路由

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	<u>Direct</u>	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	<u>Static</u>	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	<u>RIP</u>	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

- **直连路由**：标识为Direct。用来标识与路由器接口直接相连的网络。管理员给路由器接口配置IP地址后，即可自动生成直连路由
- **静态路由**：标识为Static。所谓静态路由是管理员**手工配置**在路由设备上的、到达某目的网络的路径信息。
- **动态路由**：标识为协议名，例如RIP。通过使用动态路由协议而获取到的路由信息。当网络拓扑结构发生变化时，动态路由会自动调整变化。
 - ▶ 动态路由协议有多种，例如RIP、OSPF、IS-IS等。在路由表的Proto一列中，会标出相应的动态路由协议名称，例如上面路由表中的RIP。
 - ▶ 管理员给路由器配置路由协议，网络内各个路由器根据路由协议，相互之间交换到达各网络的路径信息，自动生成路由表中的动态路由条目。

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Pre（优先级）

- ▶ 优先级用来标识不同路由的相对**可靠性**，数值越小，优先级越高。
- ▶ 对应**华为设备**：直连路由的Pre值为0，静态路由条目的Pre值为60，动态路由的Pre值取决于路由器是通过哪个动态路由协议学习到这条路由的，例如RIP协议的路由Pre值为100，而OSPF为10。

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Cost（开销值）

- ▶ 当路由器通过同一种方式获取到多条去往同一网络的路由时，路由器根据Cost值来判断哪条路径更优。不同协议对于计算Cost值会使用不同的参数、按照不同的标准来计算，但总的来说，开销值越小，优先级越高。

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Flags（路由标记）（有的路由器不包含此项）

- Flags即路由标记。R，是relay的首字母，说明是迭代路由，会根据路由下一跳的IP地址获取出接口。配置静态路由时如果只指定下一跳IP地址，而不指定出接口，那么就是迭代路由，需要根据下一跳IP地址的路由获取出接口。D，是download的首字母，表示该路由下发到FIB表中。FIB的全称是转发信息库（Forwarding Information Base）。

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ NextHop（下一跳）

- ▶ 下一跳。每个路由表条目都会指明转发数据包的下一跳地址，这个地址通常是相邻路由设备某个接口的IP地址。

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

认识路由表

□ 路由表里面有什么？

■ Interface（出站接口）

➤ 指明将数据包从哪个出站接口转发出去

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
10.0.0.4/30	Direct	0	0	D	10.0.0.5	GigabitEthernet0/0/1
10.0.5.0/30	Direct	0	0	D	10.0.5.2	GigabitEthernet0/0/3
172.16.1.0/24	Static	60	0	RD	10.0.0.6	GigabitEthernet0/0/1
192.168.64.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
192.168.65.0/24	RIP	100	2	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0

四、直连路由

直连路由

□ 直连路由是如何生成的？

■ 给路由器接口配置IP地址

- ▶ 和交换机不同（交换机加电即可工作，实现所连接网络内部主机之间的通信），路由器必须经过配置，才能工作，即实现不同网络之间的通信。而路由器最基本的配置，就是给路由器接口配置IP地址。
- ▶ 路由器的每个接口都具有自动学习各自所属网络的功能，其学习的结果被直接写入路由表。因此，只要为路由器活动接口配置了IP地址，管理员不需要进行其他操作，路由表中就会自动生成对应的直连路由。

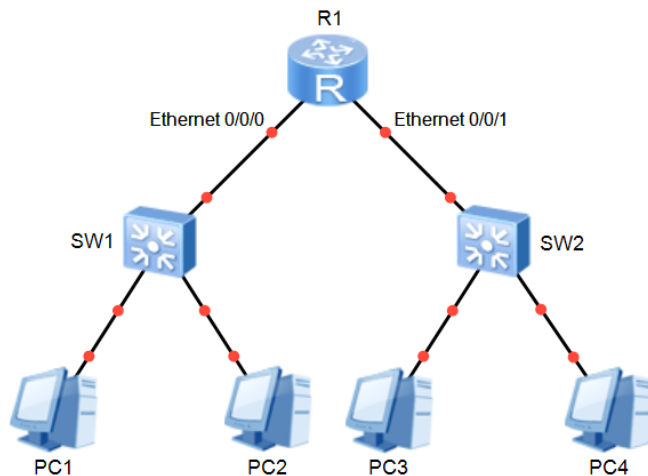
直连路由

□ 直连路由是如何生成的？

■ 路由器接口配置IP地址举例

```
[R1]interface Ethernet 0/0/1 //进入接口视图  
[R1-Ethernet0/0/1]ip address 10.0.1.1 255.255.255.0 //配置当前接口的IP
```

给接口Ethernet0/0/1配置IP地址，其IP地址为10.0.1.1，子网掩码为255.255.255.0



直连路由

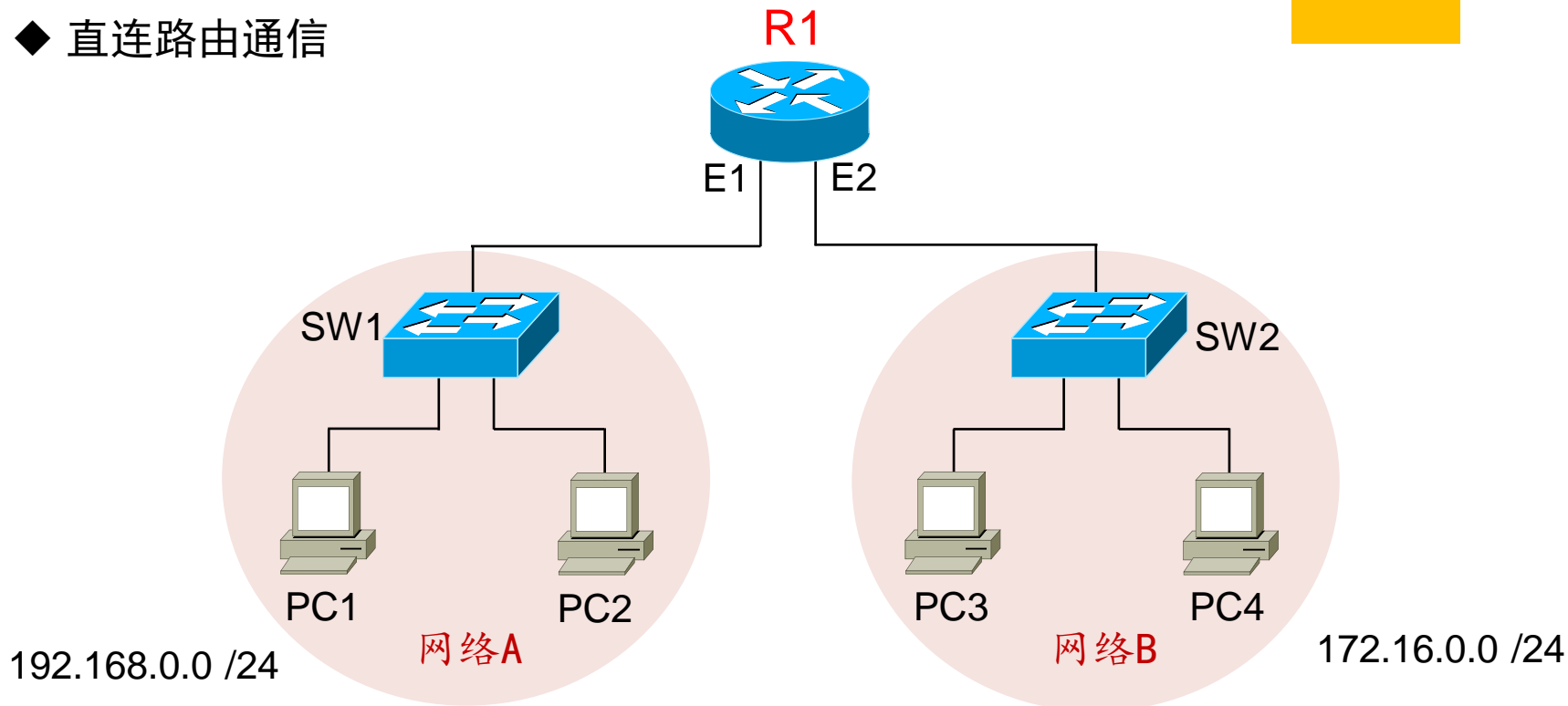
□ 直连路由的应用

■ 实现直连网络之间的互联互通。

▶ 路由器各接口直接连接的网络，称为直连网络，直连网络之间，通过路由器的直连路由即可实现通信。

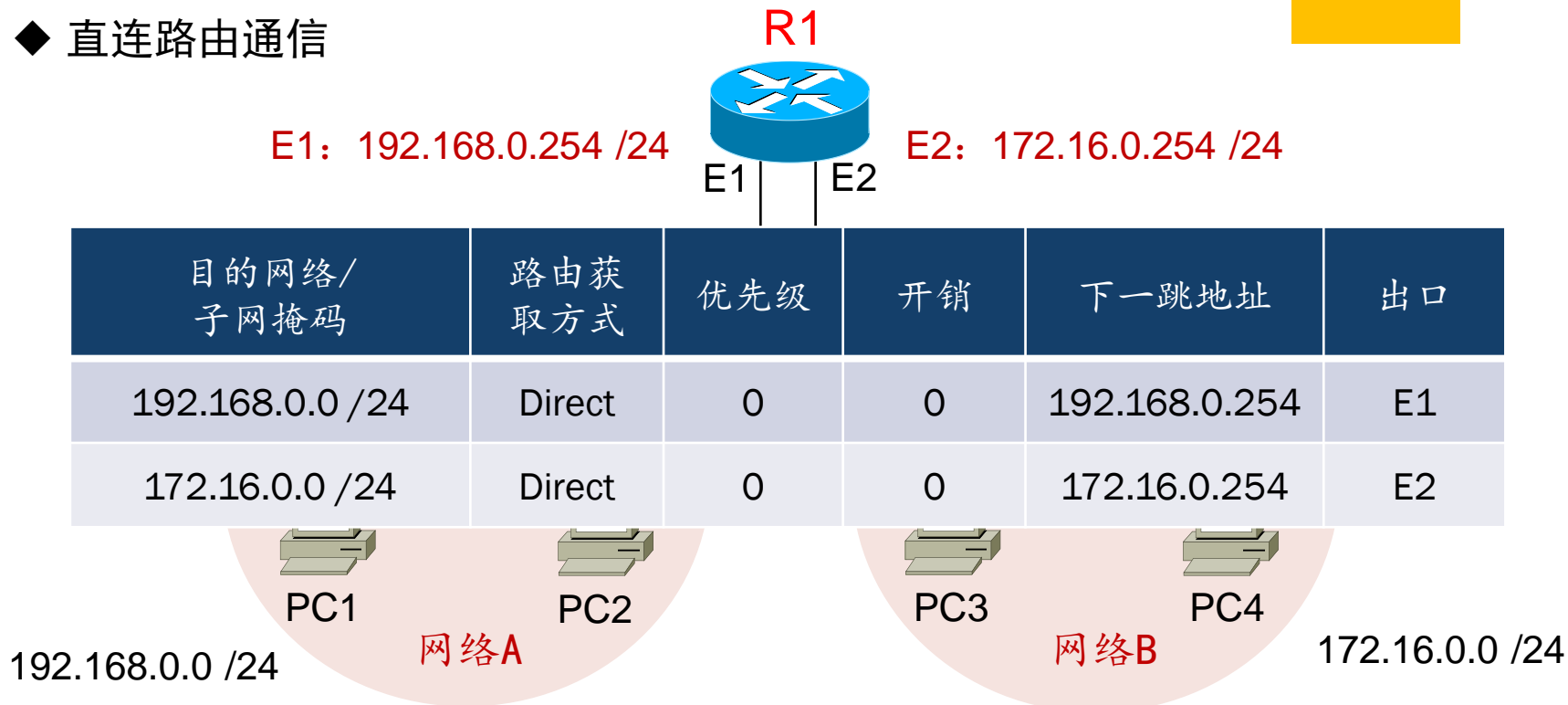
■ 举例

◆ 直连路由通信



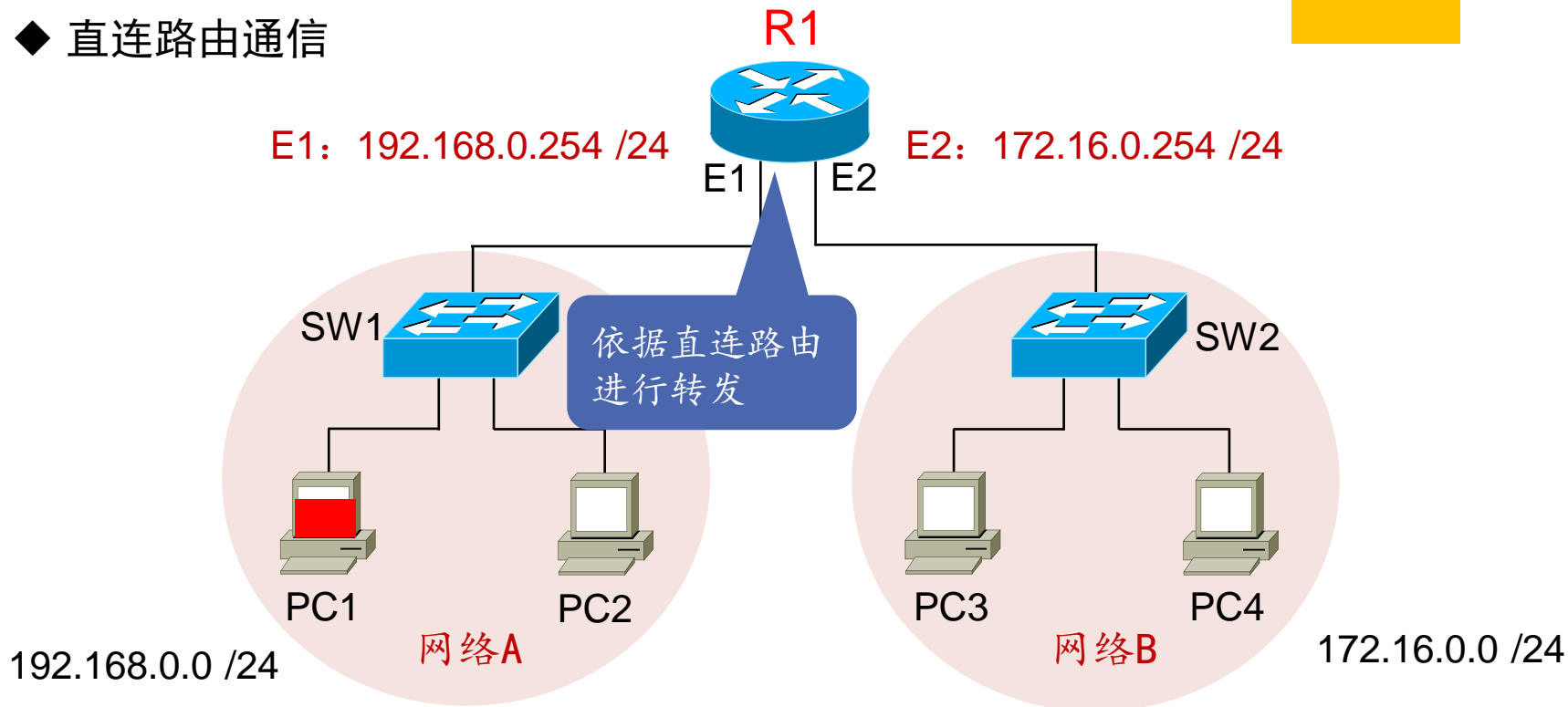
1. **网络规划：** R1为路由器，SW1和SW2为交换机。网络A直接连接R1的E1接口，网络B直接连接R1的E2接口。网络A和网络B的IP地址如图所示。

◆ 直连路由通信



2. 分别给R1的E1接口和E2接口配置IP地址。注意，由于网络A直连在E1接口，因此E1的IP地址必须是网络A中的地址，同理，E2接口的IP地址必须是网络B中的地址。配置完成后，R1中自动生成两条直连路由。

◆ 直连路由通信



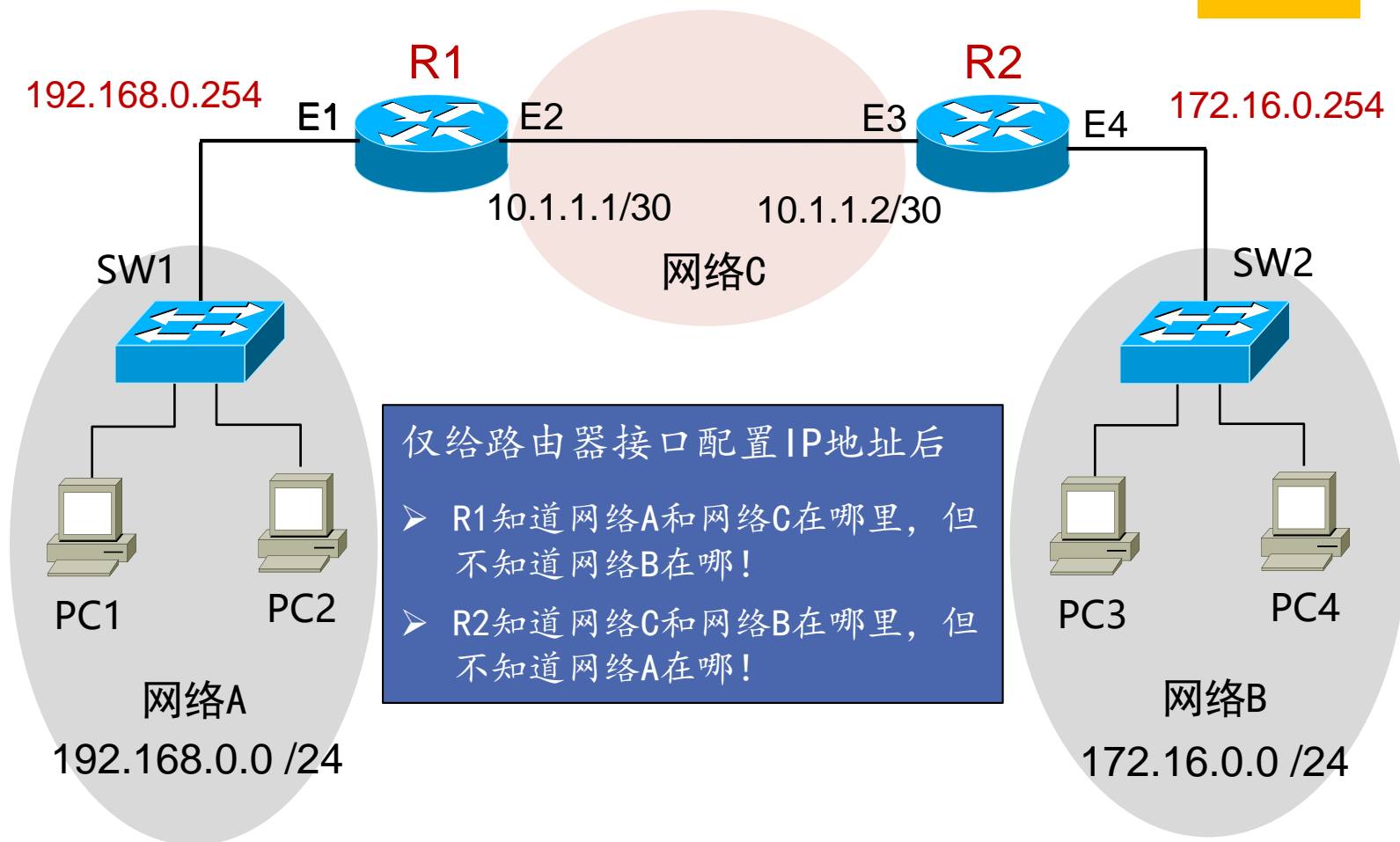
3. 将网络A中各主机的默认网关地址设置为E1接口的IP地址，网络B中各主机的默认网关地址设置为E2接口的IP地址。则网络A和网络B可正常通信。（例如PC1 访问 PC4）

五、静态路由

静态路由

□ 直连路由存在的问题

- 当网络中具有多个路由器时，由于路由器之间屏蔽了各自直接连接的网络分段，因此，一台路由器就无法通过直连路由获取远端网络分段的位置信息。
- 举例



静态路由

□ 直连路由存在的问题

- 此时，就有必要为路由器添加对远端网络位置的认知信息，即配置路由选择策略。
- 根据路由选择策略能否随网络拓扑结构变化而自适应的调整，分为静态路由选择策略和动态路由选择策略。

静态路由

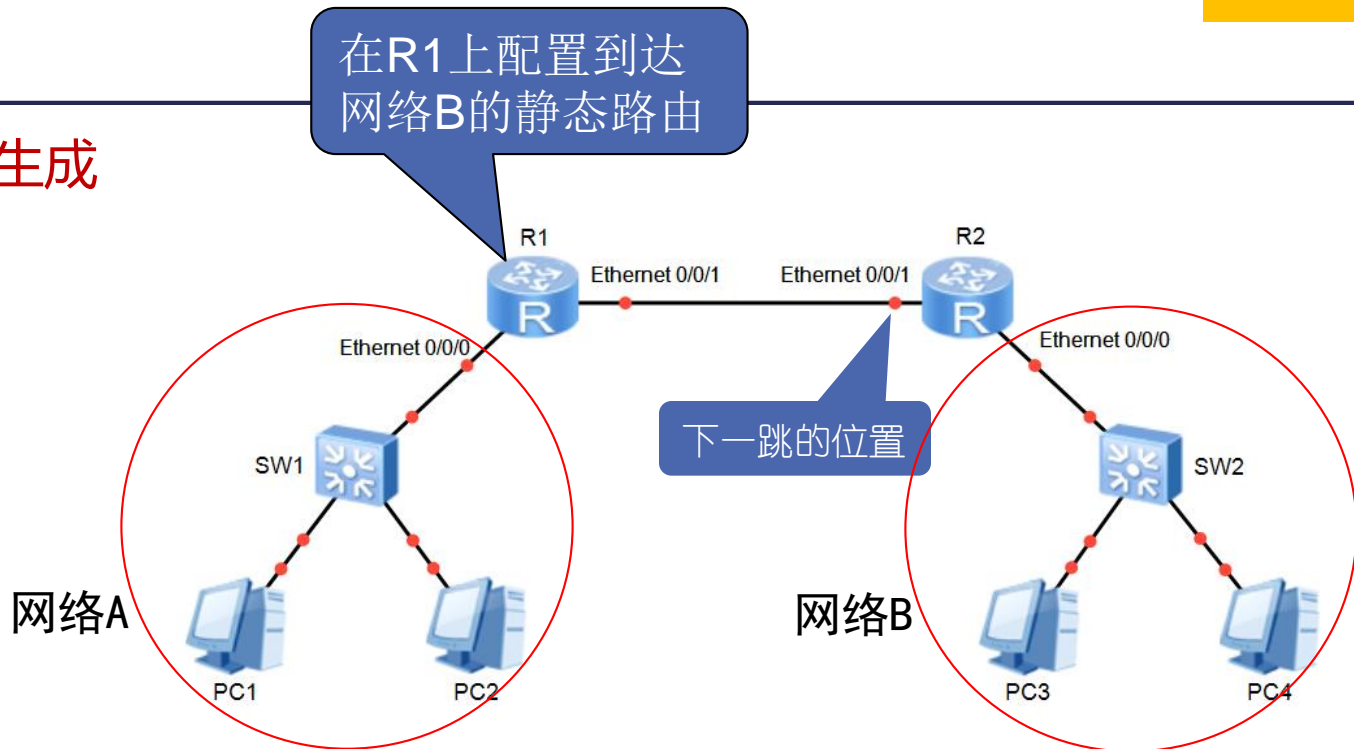
□ 静态路由的生成

■ 手工配置

- 路由器不会自动生成所需的静态路由，需要网络管理员根据组网的实际需要，在路由器上一条条手工配置。静态路由中包括目的网络地址以及下一跳地址及出口。
- 配置命令举例

静态路由

静态路由的生成



```
[R1]ip route-static 192.168.0.0 255.255.255.0 10.0.1.1
```

说明：在路由器R1上配置一条静态路由，其含义为：到达192.168.0.0 /24这个网络，其下一跳地址为10.0.1.1（即路由器R2的Ethernet0/0/1接口）

静态路由

□ 静态路由的特点

■ 固定不变

- ▶ 由网络管理员预先设置好路由表，除非网络管理员干预，否则静态路由不会随着网络拓扑结构的变化而自动发生变化。

■ 不可通告性

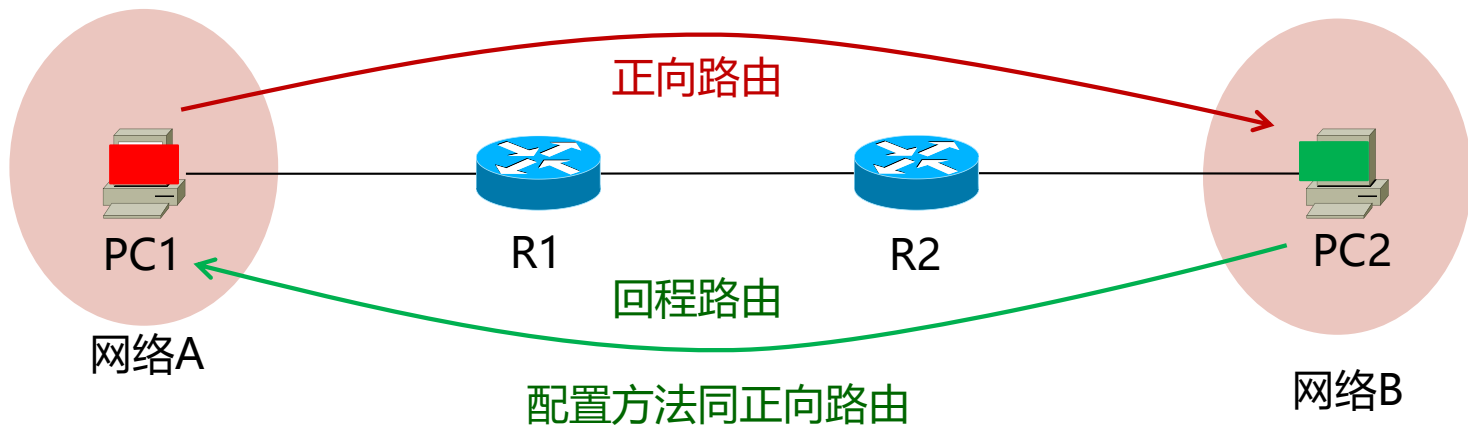
- ▶ 当在一台路由器上配置了某条静态路由信息，它不会被通告到网络中相连的其他路由器。（我所具有的，别人不知道）

静态路由

□ 静态路由的特点

■ 单向性

- ▶ 静态路由是具有单向性的，也就是它仅为数据提供沿着下一跳的方向进行路由，不提供**反向路由**。所以要使源节点与目的节点进行双向通信，就必须同时配置回程路由。



静态路由

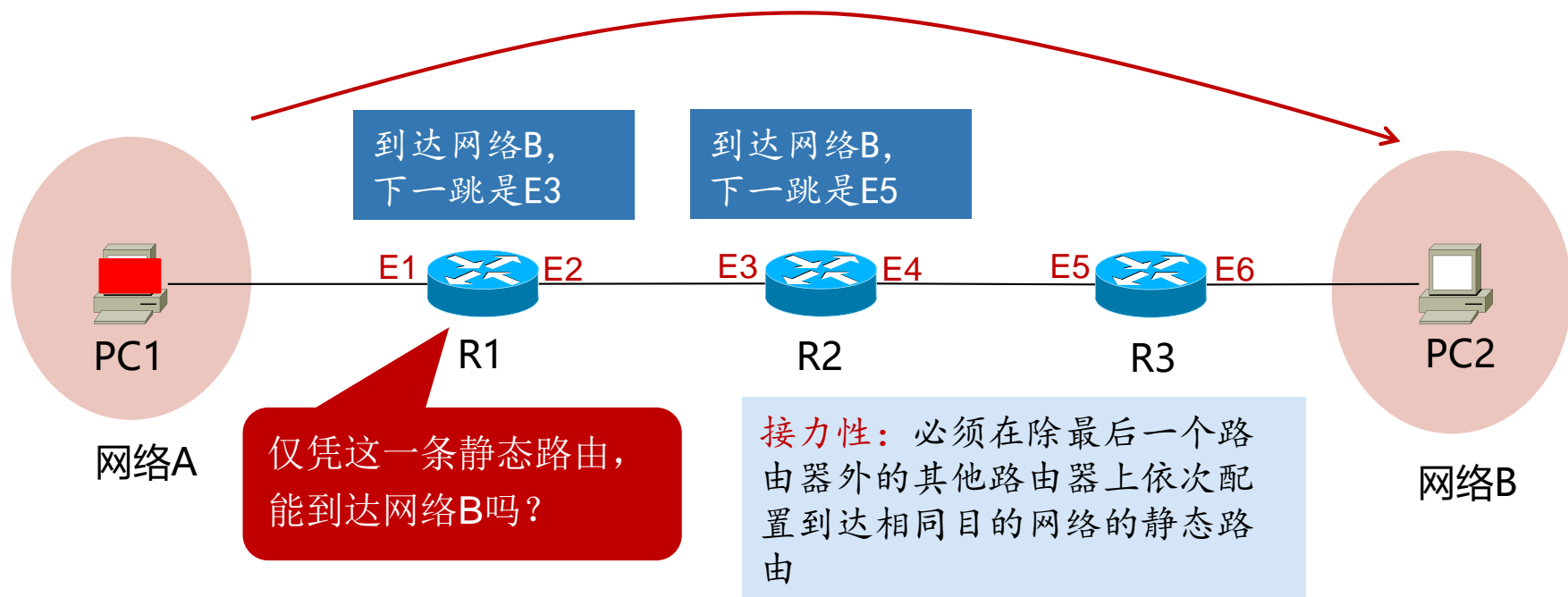
□ 静态路由的特点

■ 接力性

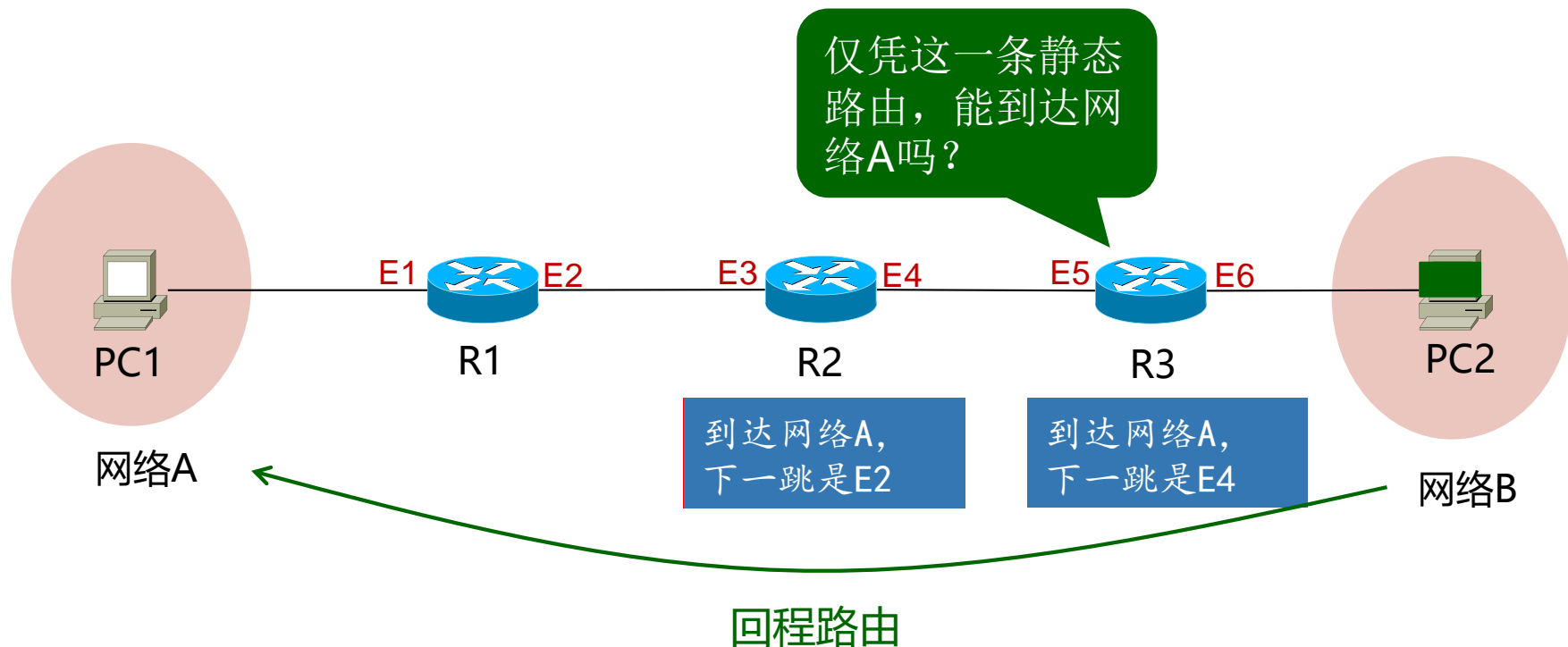
- ▶ 若某条静态路由中间的跳数大于1（也就是整条路由的路径经历了三个或以上路由器），则必须在除最后一个路由器外的其他路由器上依次配置到达相同目的网络的静态路由，这就是静态路由的接力性，否则仅在源路由器上配置静态路由还是不可以的。
- ▶ 举例

◆ 演示：静态路由的接力性

正向路由



◆ 演示：静态路由的接力性



静态路由

□ 静态路由的特点

■ 优先级较高

- ▶ 因为静态路由明确指出了到达目的网络，或者目的节点的路径，所以在所有相同目的地址的路由中，静态路由的优先级是除“直连路由”外最高的。
- ▶ 当配置了到达某一网络（或某一节点）的静态路由和动态路由时，则优先采用这条静态路由，只有当这条静态路由不可用时才会选择其他的路由。
- ▶ 特别提醒：对于华为路由器，静态路由（Pre=60）的优先级低于OSPF（Pre=10）

静态路由

□ 静态路由的特点

■ 适用于小型网络

- ▶ 根据静态路由的基本概念和工作特点，静态路由一般适用于较为简单的网络环境，在这样的环境中，管理员易于清楚地了解整个网络的拓扑结构，便于配置正确的路由信息。
- ▶ 如果网络规模较大，拓扑结构比较复杂，则不宜采用静态路由。

静态路由

- 特殊的静态路由：默认路由及应用

静态路由

□ 默认路由

■ 认识默认路由

- 一种**特殊的静态路由**（可把默认路由看作是静态路由的一种特殊情况）。
- 也需要管理员手工配置；
- 配置方法和所使用的命令与静态路由完全相同。
- **特殊之处**：所表达的“目的网络”是0.0.0.0 0.0.0.0，表示“任意网络”（前一个0.0.0.0表示任意网络，后一个0.0.0.0表示子网掩码）

静态路由

□ 默认路由

■ 默认路由的应用

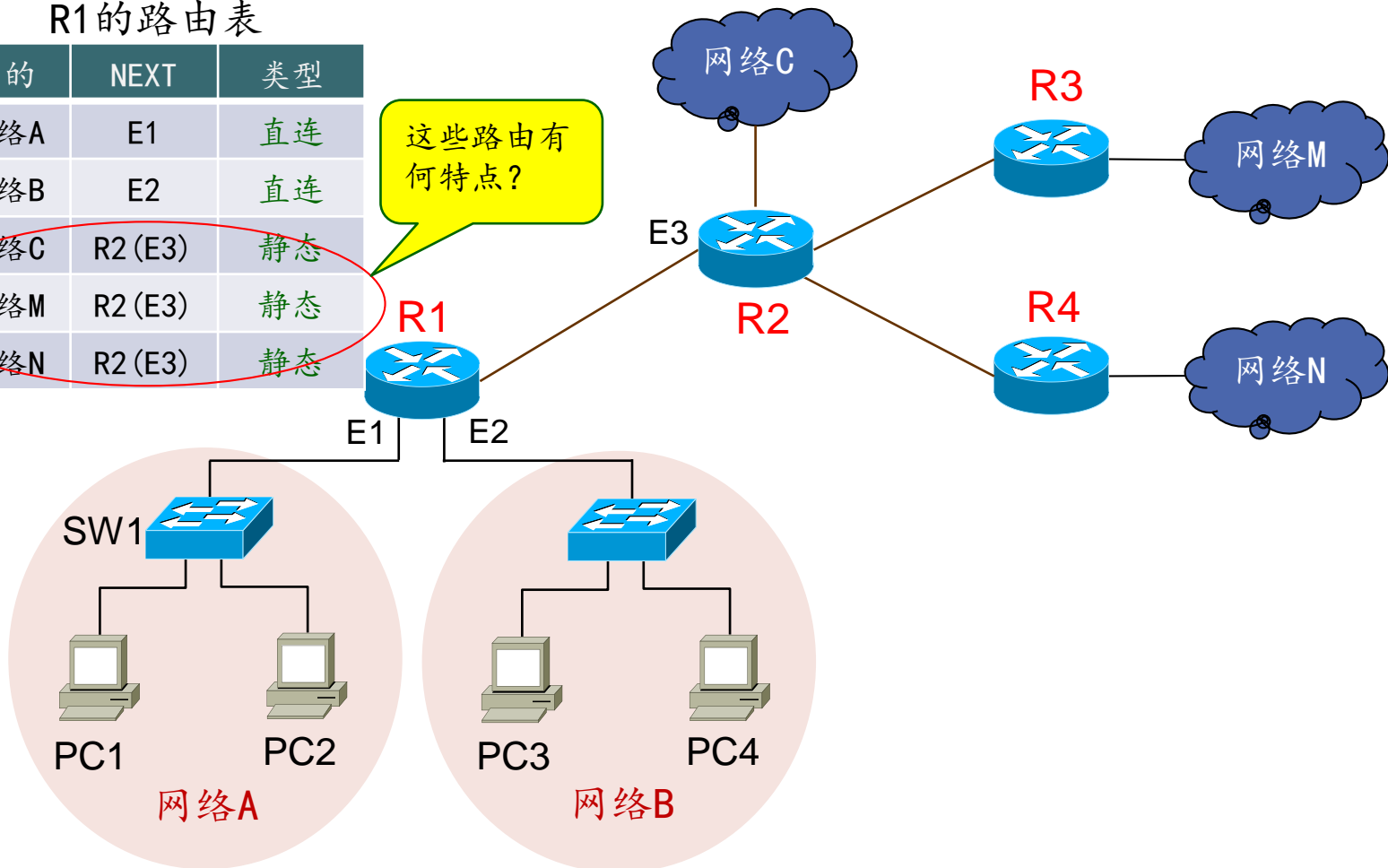
- ▶ 当网络中有些数据包在路由表中匹配不到目标网络的路由时，配置默认路由就会显得十分重要。通常将这些匹配不到目标网络路由的数据包，通过默认路由转发出去。
- ▶ 默认路由在某些时候非常有效，例如，存在末梢网络时，默认路由会大大简化路由器的配置，减轻管理员的工作负担，提高网络性能。
- ▶ 若没有默认路由，则在路由表中没有匹配成功的数据包将被丢弃。
- ▶ 举例

◆ 演示：默认路由的应用

R1的路由表

目的	NEXT	类型
网络A	E1	直连
网络B	E2	直连
网络C	R2 (E3)	静态
网络M	R2 (E3)	静态
网络N	R2 (E3)	静态

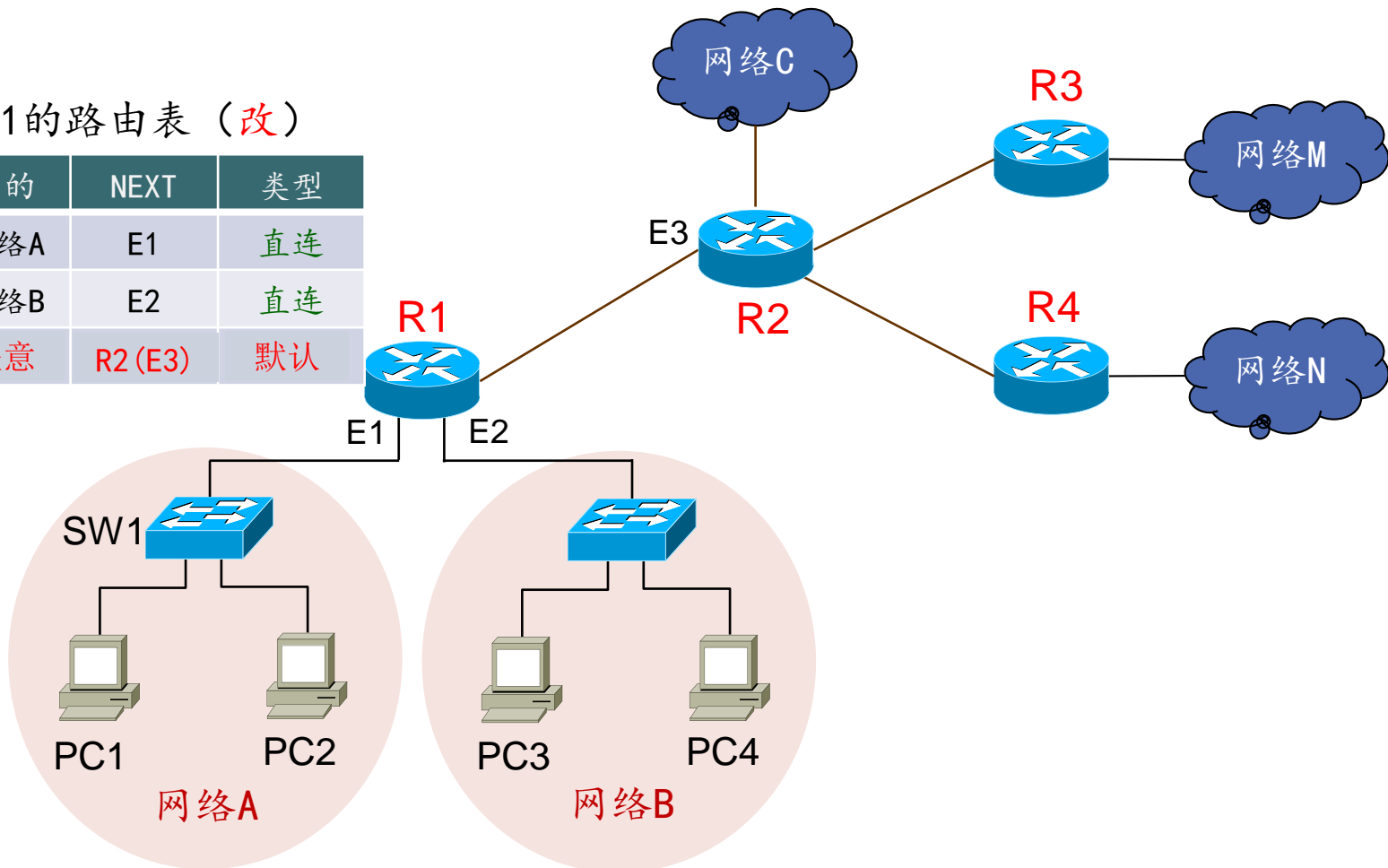
这些路由有何特点？



◆ 演示：默认路由的应用

R1的路由表（改）

目的	NEXT	类型
网络A	E1	直连
网络B	E2	直连
任意	R2 (E3)	默认



静态路由

□ 默认路由

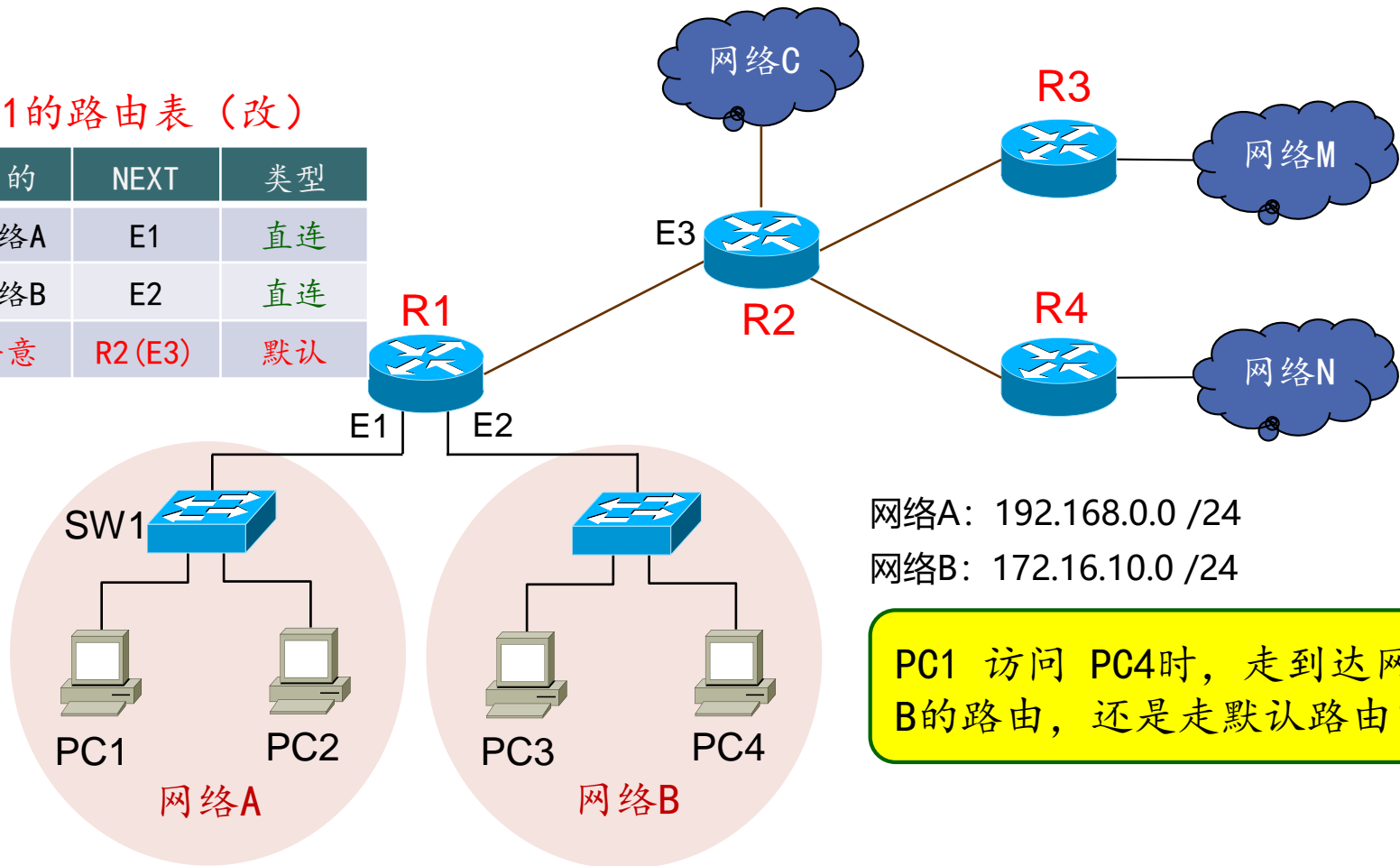
■ 默认路由的优先级

- 默认情况下，直连路由>静态路由>动态路由>默认路由
- **问题：**在查找路由表时可能会得到不止一个匹配结果。
- **举例**

◆ 演示：默认路由的优先级

R1的路由表（改）

目的	NEXT	类型
网络A	E1	直连
网络B	E2	直连
任意	R2 (E3)	默认



静态路由

□ 默认路由

■ 默认路由的优先级

■ 分析：

- ▶ 随着无分类域间路由选择（CIDR）技术的应用，在路由表中就利用CIDR地址块来查找目的网络。由于CIDR采用了网络前缀这种记法（IP地址由网络前缀和主机号组成），所以路由表中的每个项目由“网络前缀”和“下一跳地址”组成。
- ▶ 路由器在选择匹配的路由时，遵循“最长前缀匹配”原则。因为网络前缀越长，其地址块就越小，因而路由就越具体，也越准确。

静态路由

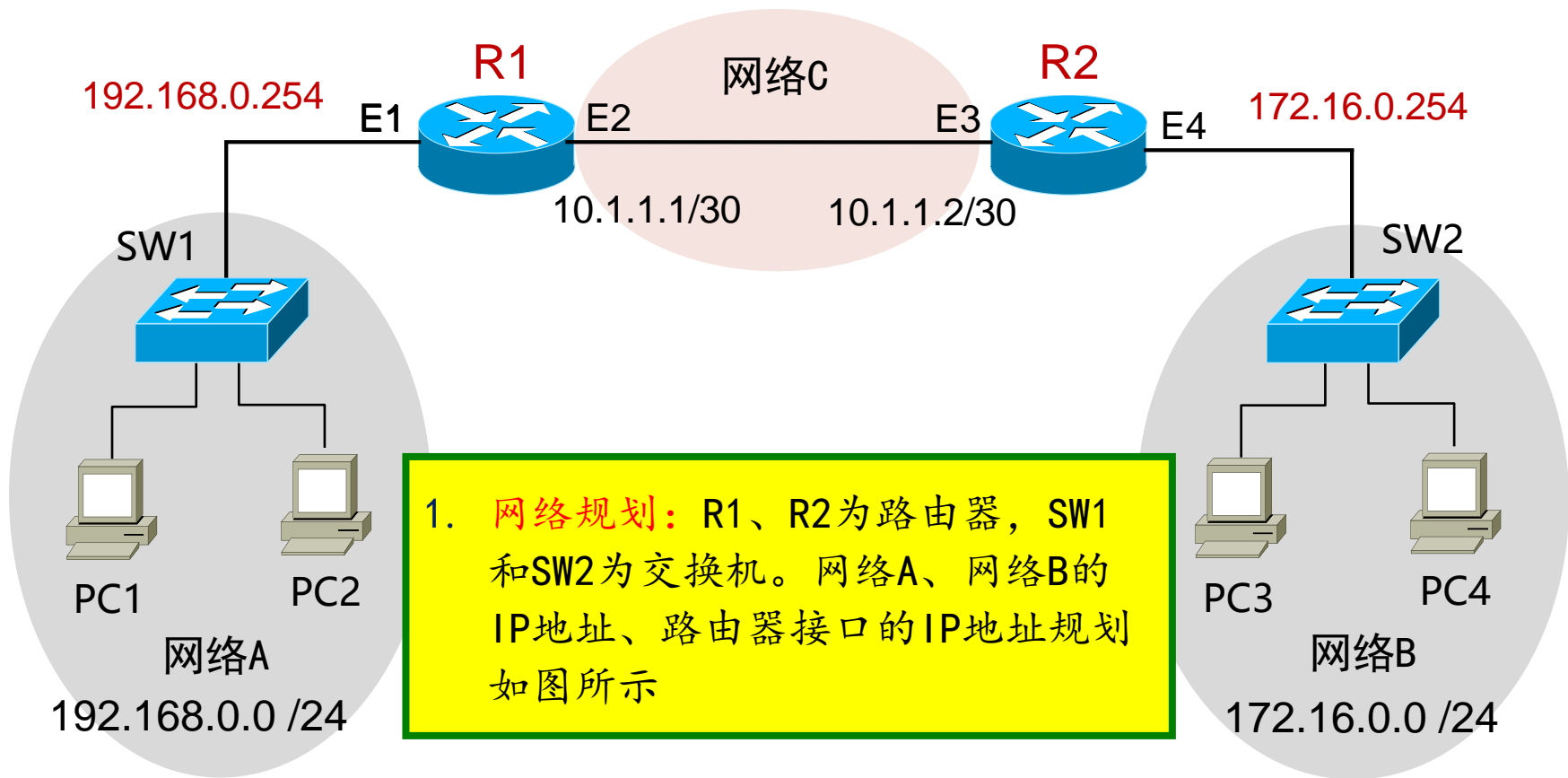
□ 认识默认路由

■ 默认路由的应用

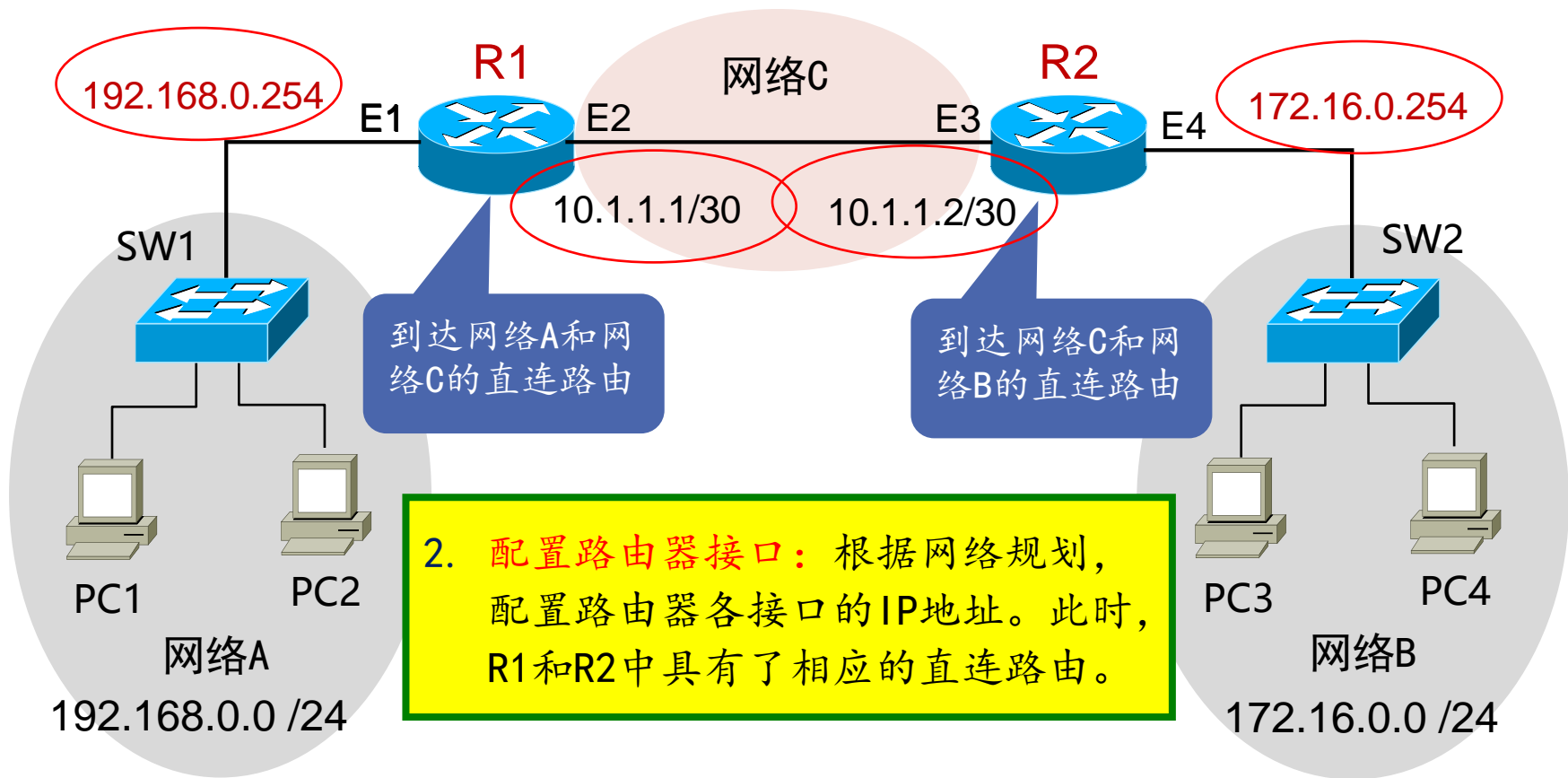
- ▶ 此时，路由表里有两个匹配的路由表项
 - 表项1: 192.168.0.0 /24 直连路由
 - 表项2: 0.0.0.0 /0 默认路由 (“任意网络”中，也包含网络B)
- ▶ 为什么路由器选择表项1，而不选择表项2？
- ▶ 根据“最长前缀匹配”原则，路由器会根据最长前缀匹配来选择有效的路由。表项1的网络前缀是24位；而表项2中，默认路由是0.0.0.0/0，即子网掩码是/0，所以它是最短的可能匹配，只有在其他表项都不匹配时，路由器才会选择它。所以路由器选择了表项1。

案例研讨： 路由器组网实例（静态路由配置）

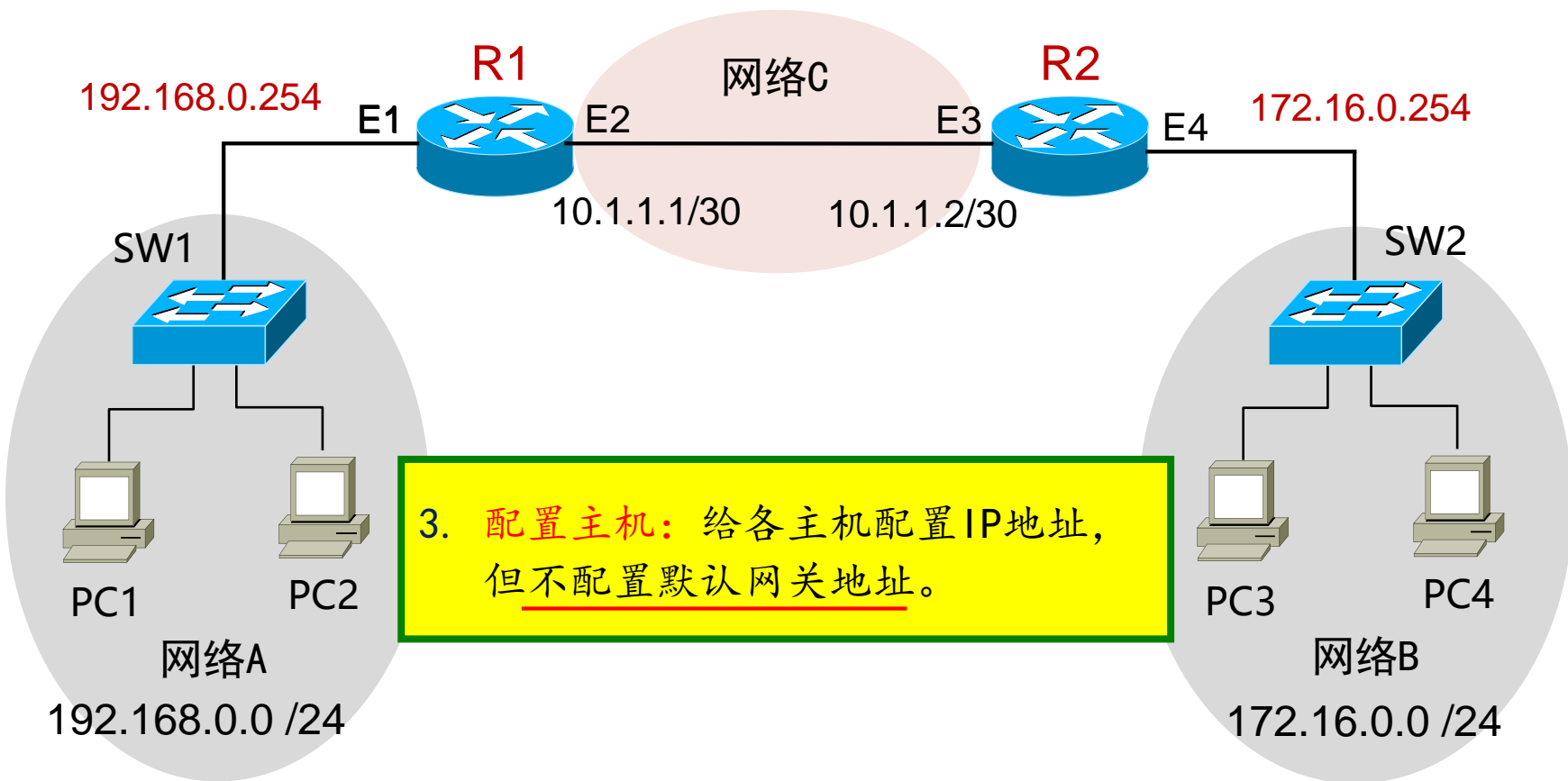
➤ 举例：静态路由的应用



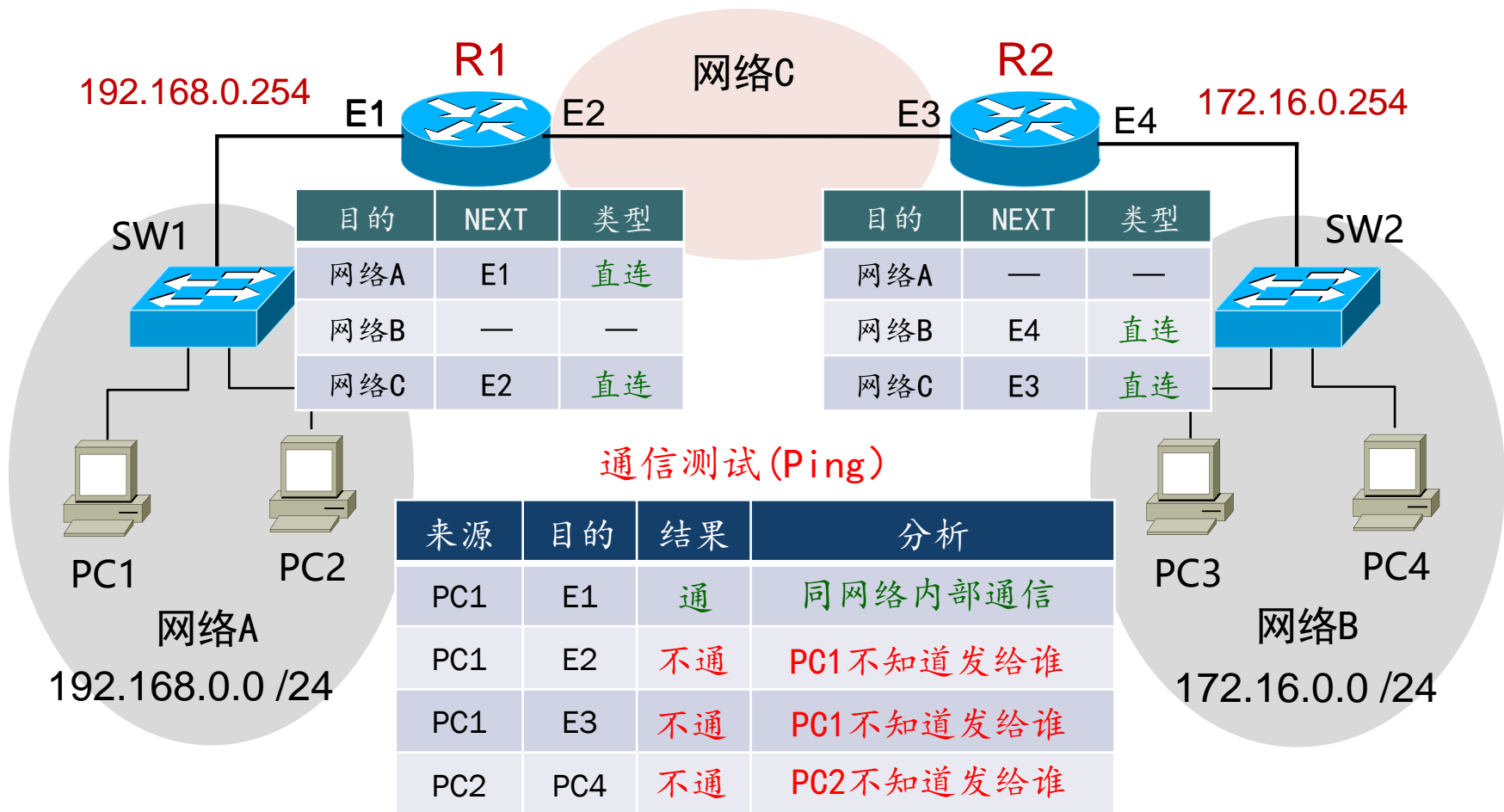
► 举例：静态路由的应用



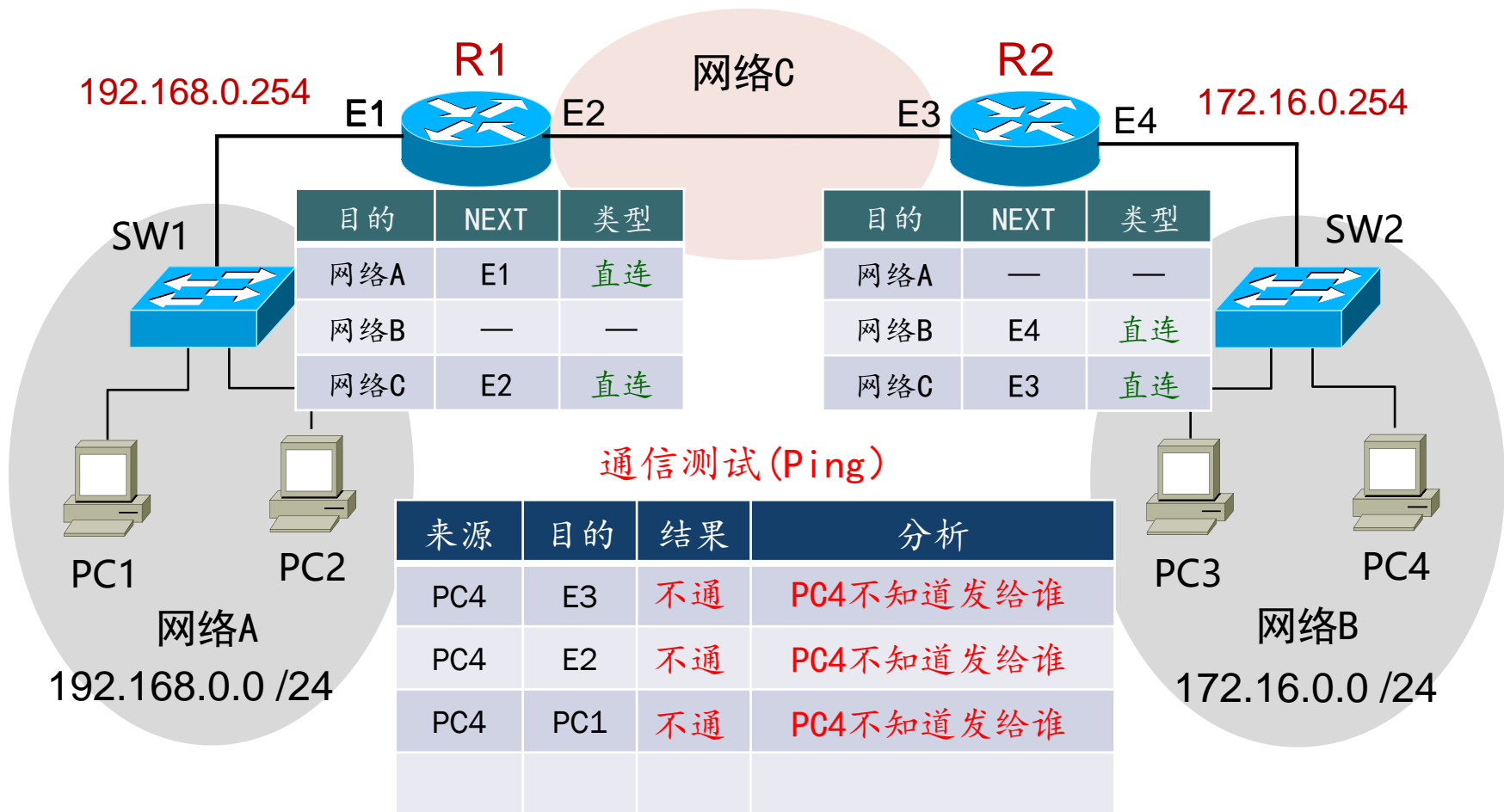
➤ 举例：静态路由的应用



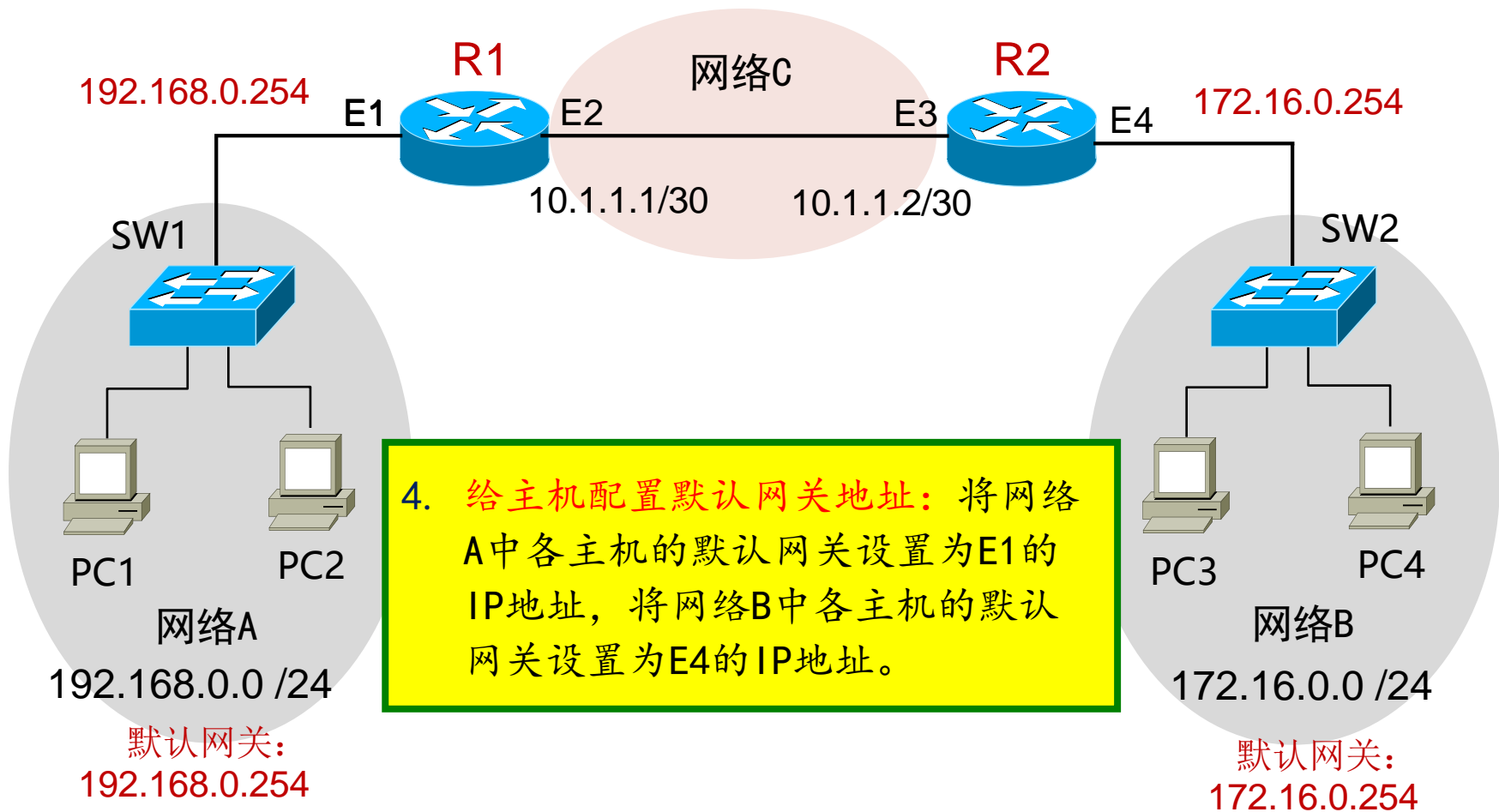
➤ 举例：静态路由的应用



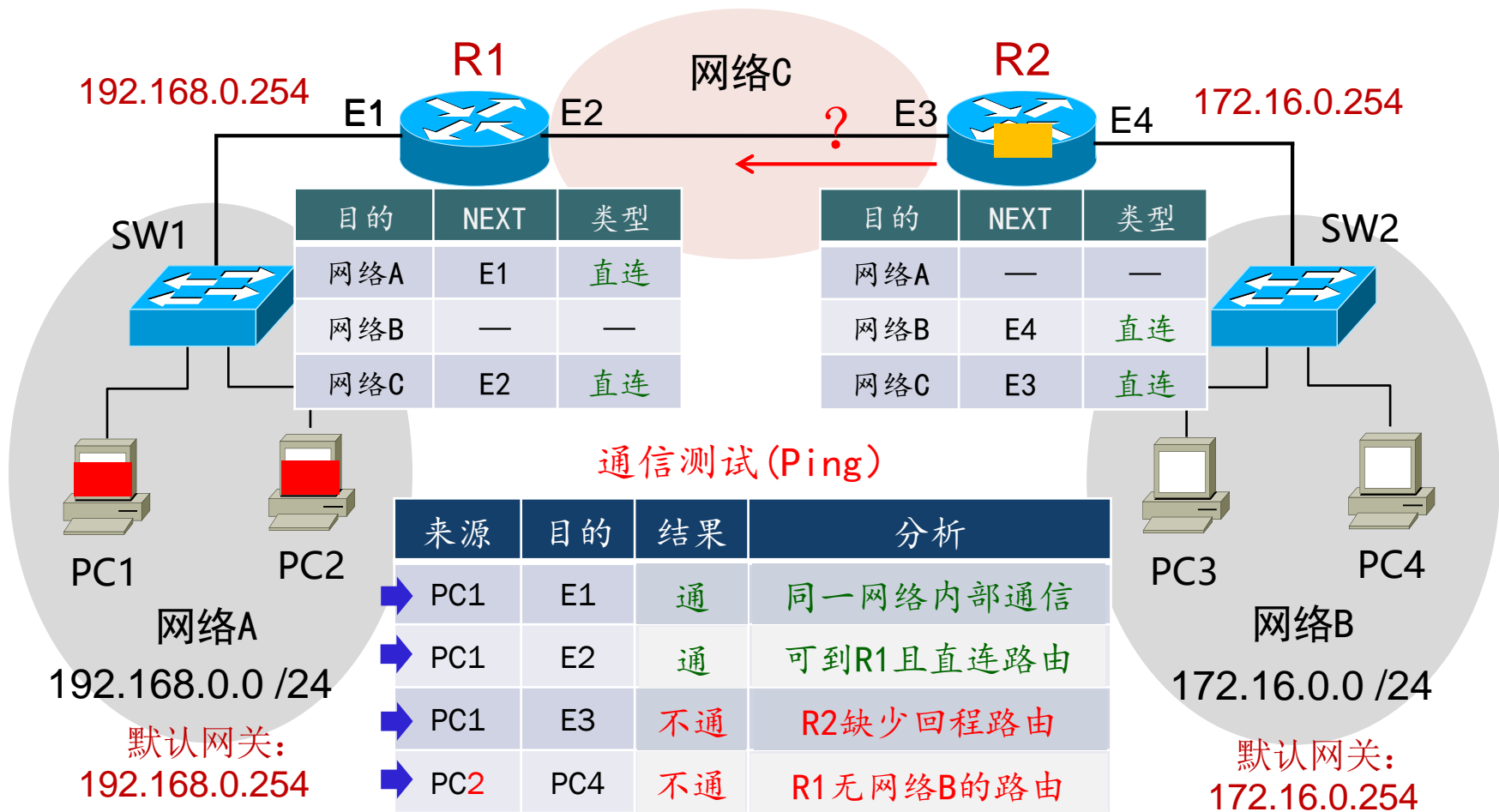
➤ 举例：静态路由的应用



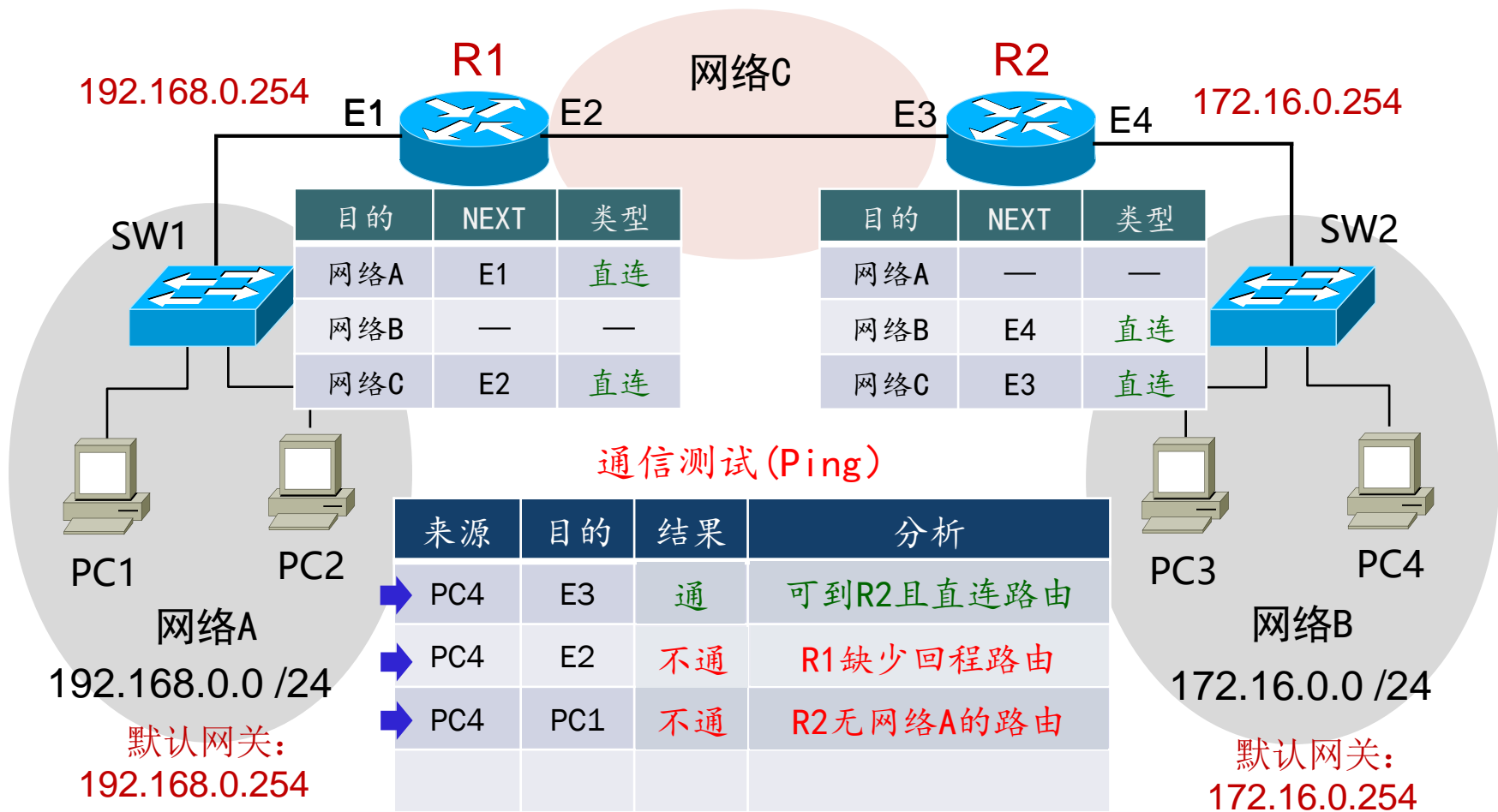
► 举例：静态路由的应用



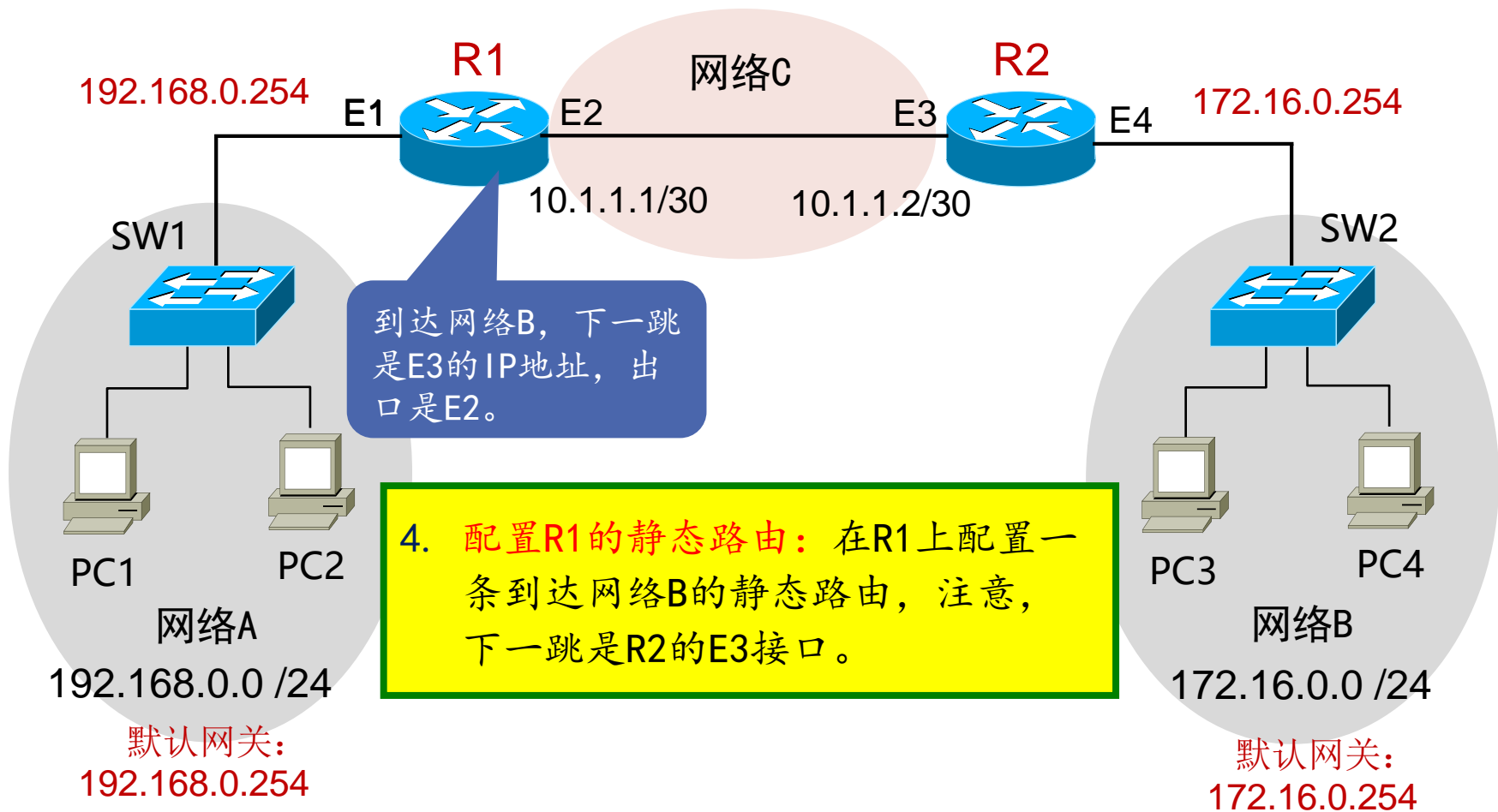
➤ 举例：静态路由的应用



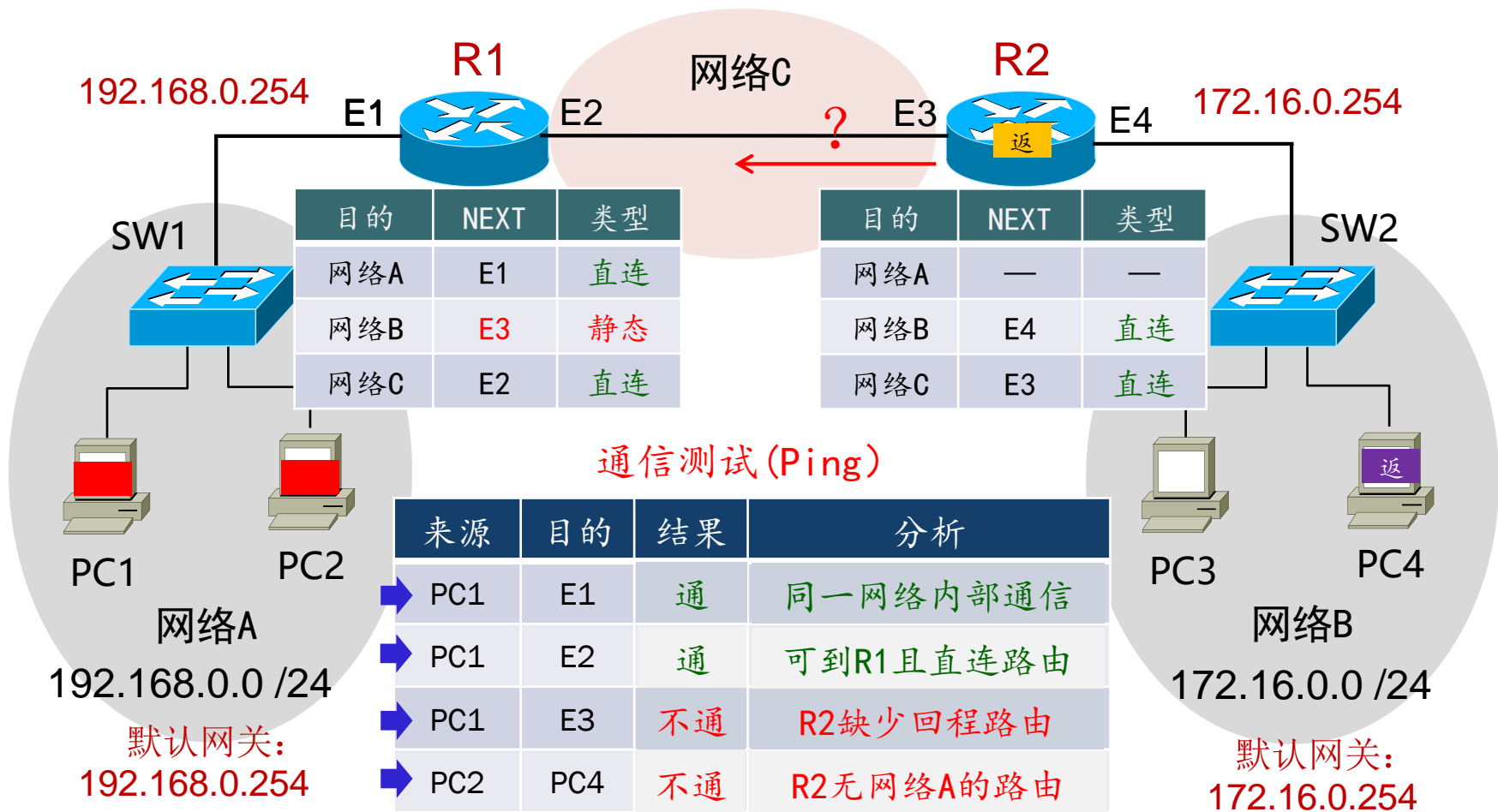
➤ 举例：静态路由的应用



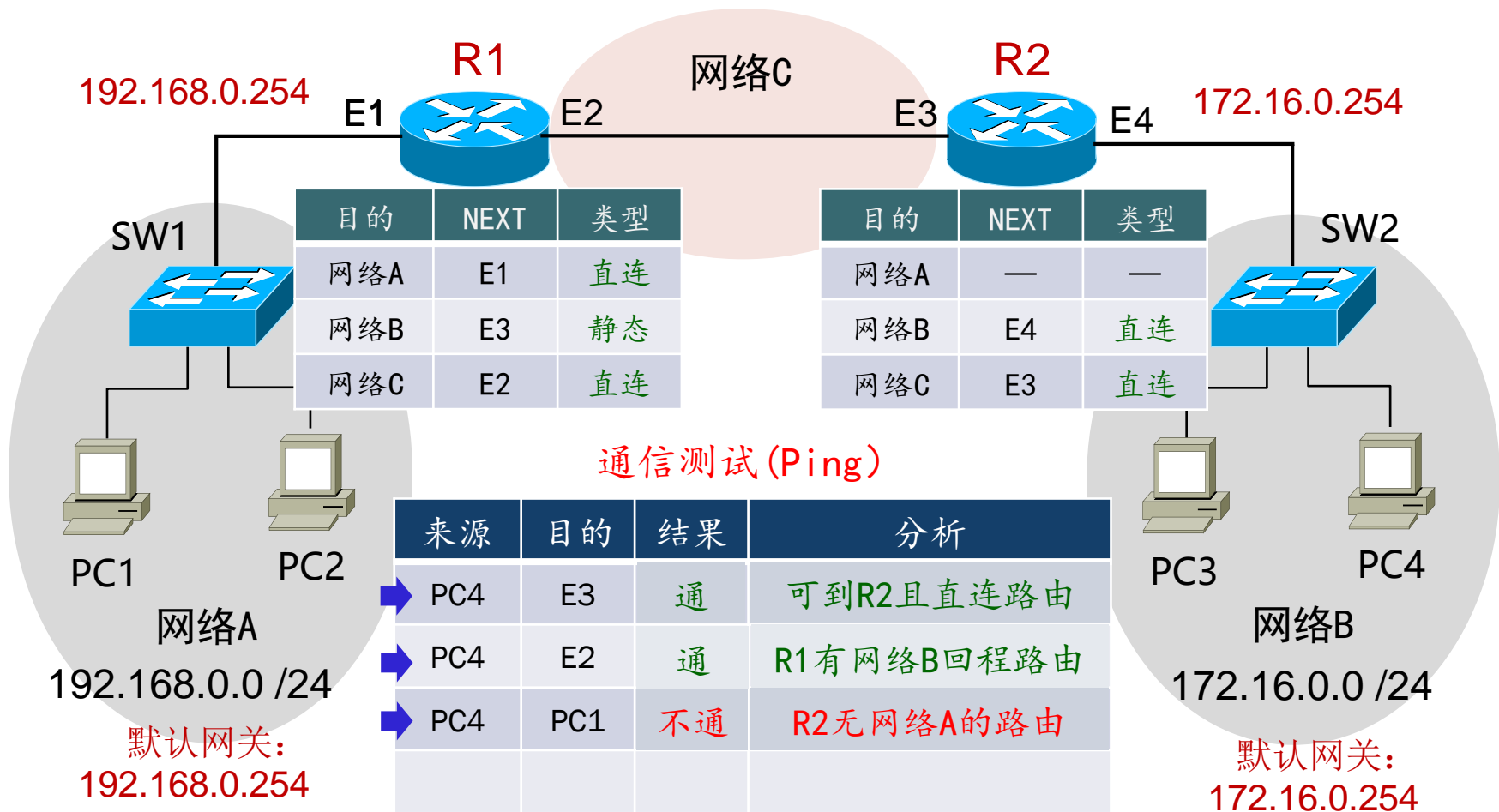
► 举例：静态路由的应用



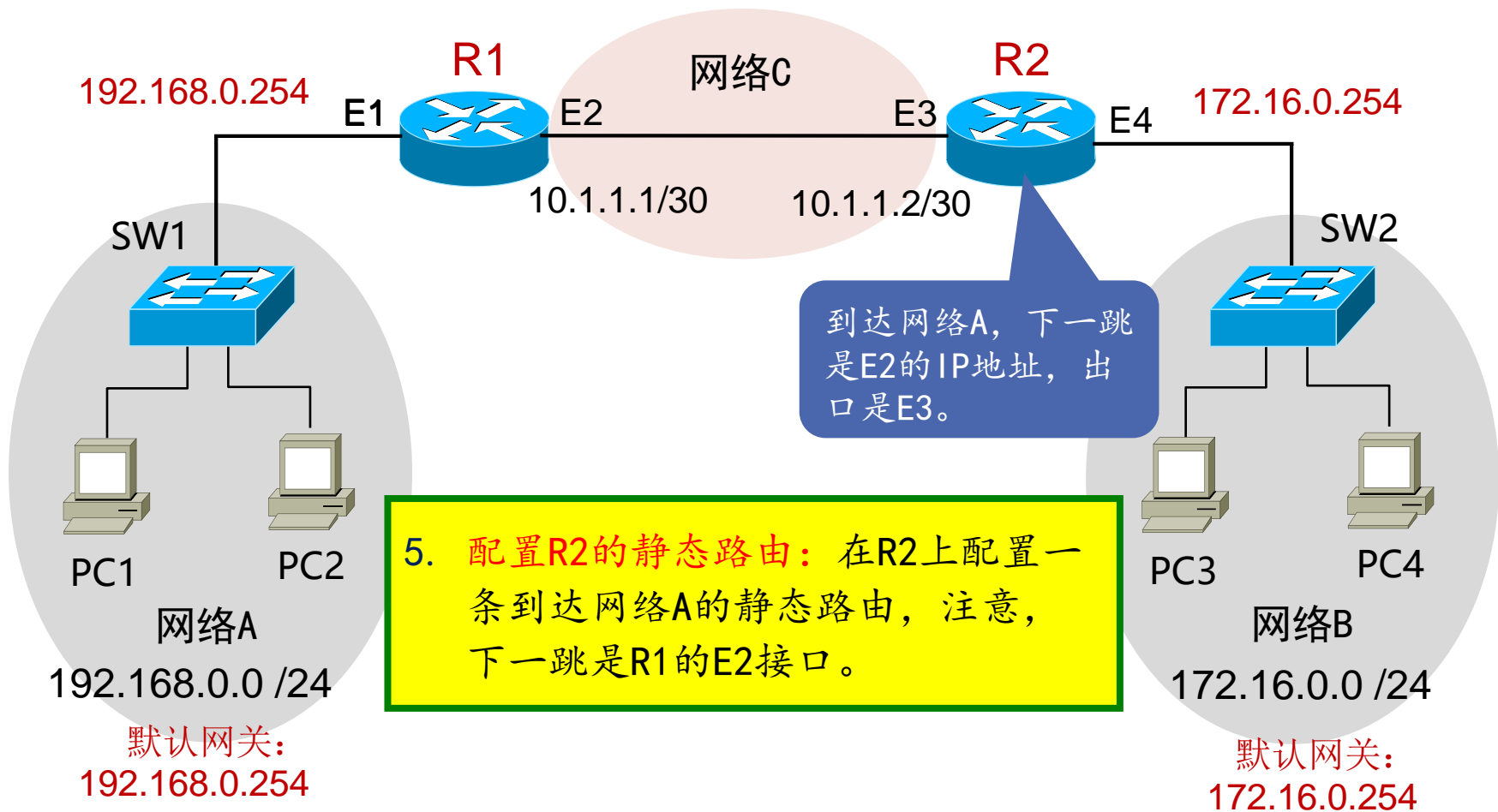
➤ 举例：静态路由的应用



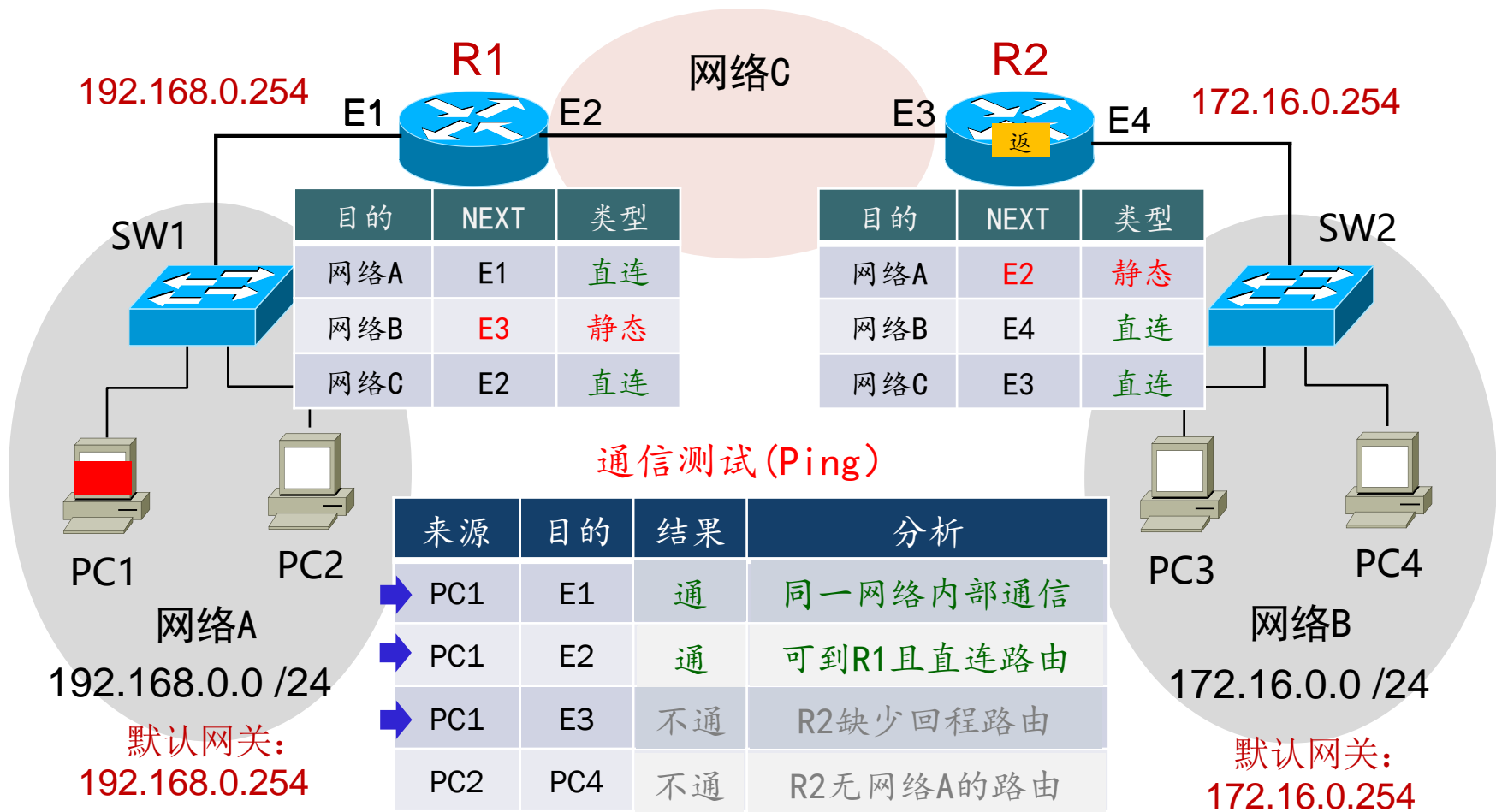
➤ 举例：静态路由的应用



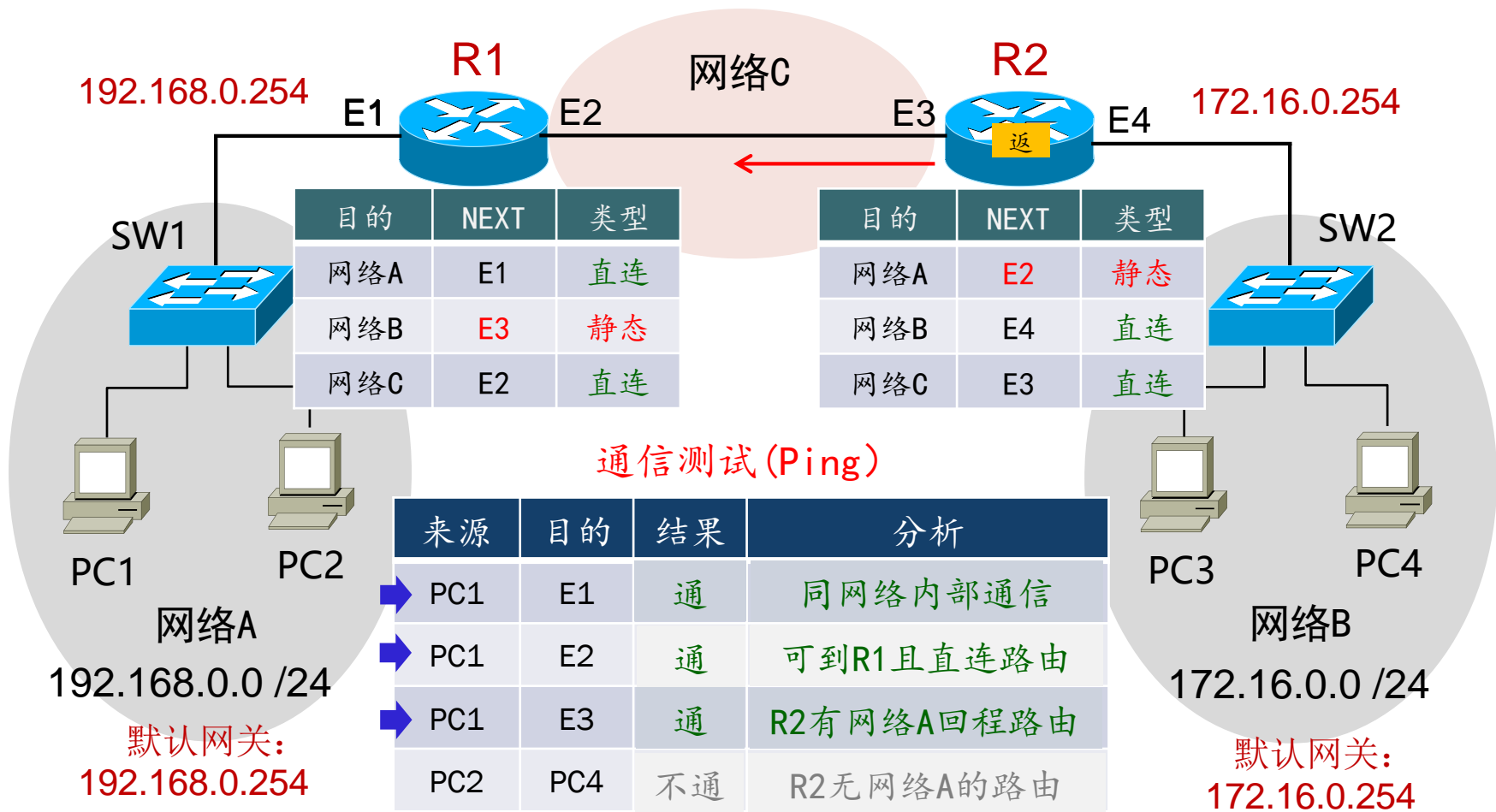
► 举例：静态路由的应用



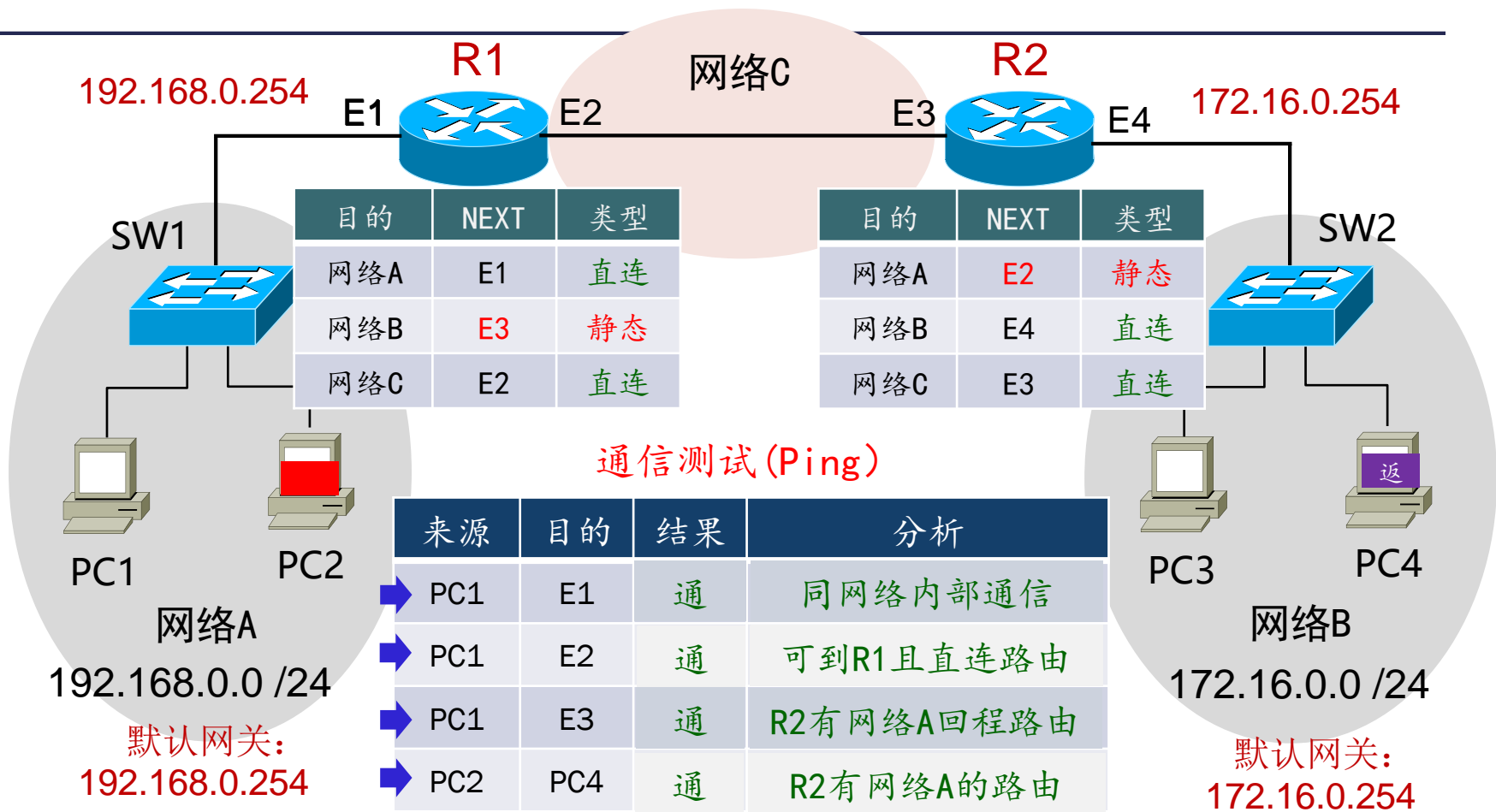
► 举例：静态路由的应用



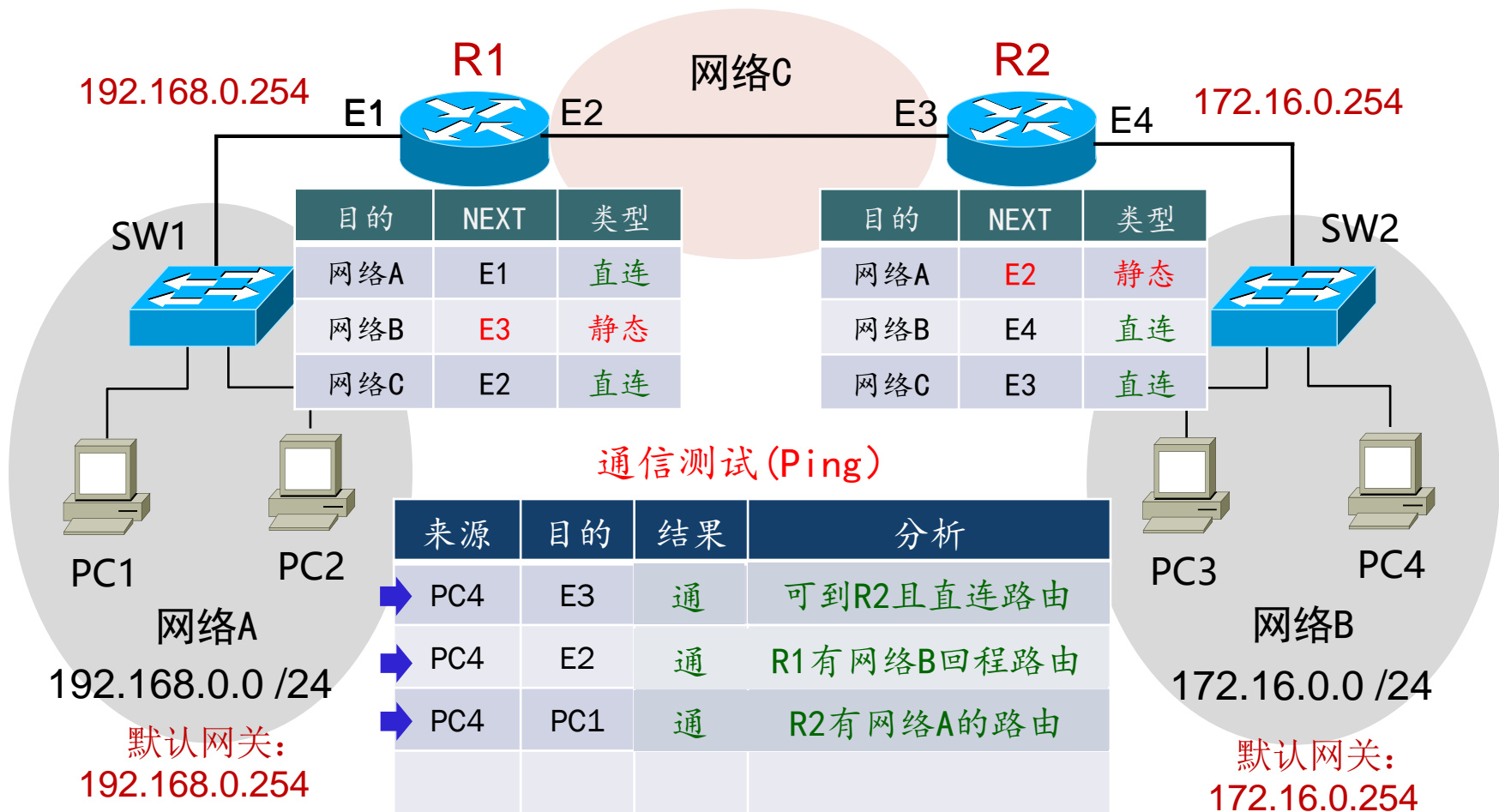
► 举例：静态路由的应用



➤ 举例：静态路由的应用



► 举例：静态路由的应用



六、路由器与交换机的区别

路由器与交换机的区别

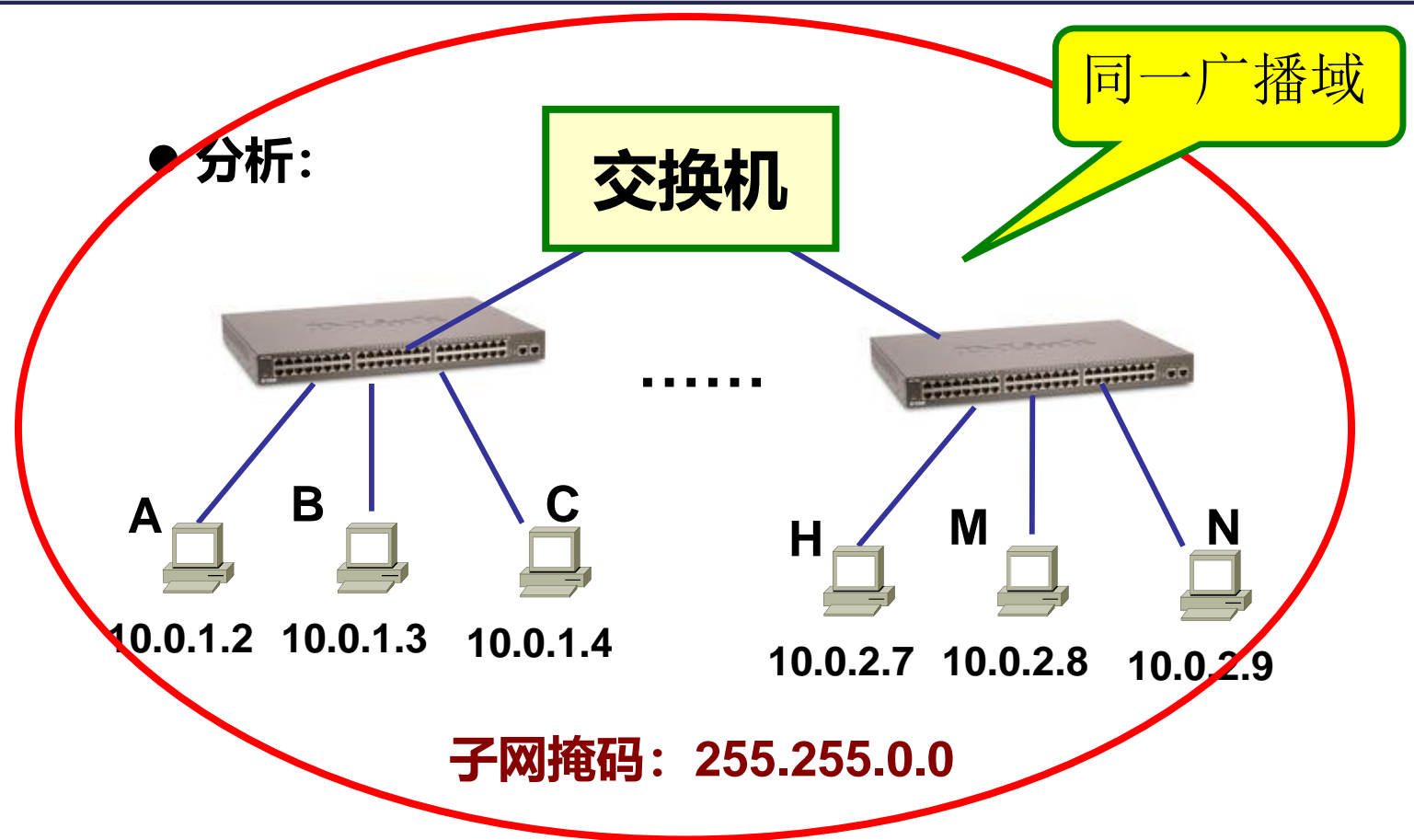
□ 数据转发所依据的对象不同

- 交换机：依据MAC地址表来确定转发数据的目的端口；
- 路由器：依据路由表来确定数据转发的下一跳地址。

路由器与交换机的区别

□ 分割冲突域与广播域

- 交换机只能分割冲突域，不能分割广播域；而路由器可以分割广播域。
- 由交换机连接的网段仍属于同一个广播域，广播数据包会在交换机连接的所有网段上传播，在某些情况下会导致通信拥挤和安全漏洞。连接到路由器上的网段会被分配成不同的广播域，广播数据不会穿过路由器。



● 分析:

交换机

同一广播域

A 10.0.1.2
B 10.0.1.3
C 10.0.1.4

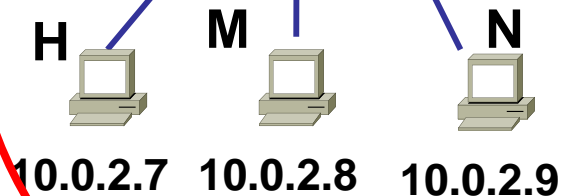
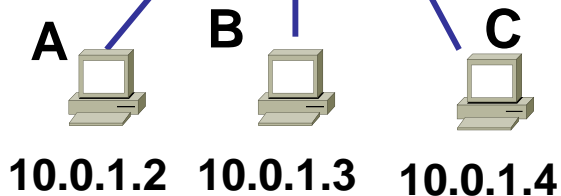
H 10.0.2.7
M 10.0.2.8
N 10.0.2.9

子网掩码: 255.255.0.0

● 分析.

路由器

分割广播域



子网掩码: 255.255.255.0

路由器与交换机的区别

□ 端口所接入的对象不同

- 交换机：连接主机。交换机，是在扩展同一个网络
- 路由器：不同的网络。是在互联不同的网络

路由器与交换机的区别

□ 在OSI/RM中对应的层次不同

- 交换机包含下两层，又称为“二层设备”。
- 路由器包含下三层，又称为“三层设备”。

第4讲 完