



河海大学 计算机与信息学院

计算机专业课程

计算机网络与互联网

河海大学计算机与信息学院

2019年4月24日星期三



计算机专业课程

- 第1章 网络概述
- 第2章 网络体系结构
- 第3章 物理层
- 第4章 数据链路层
- 第5章 局域网
- 第6章 网络层**
- 第7章 传输层
- 第8章 应用层
- 第9章 网络管理和安全





无分类域间路由选择 CIDR (Classless Inter-Domain Routing)



CIDR 最主要的特点

- CIDR 消除了传统的 A 类、B 类和 C 类地址以及划分子网的概念。地址从三级编址（使用子网掩码）又回到了两级编址。



无分类的两级编址

CIDR 将网络前缀都相同的连续的 IP 地址组成“CIDR地址块”。

- 无分类的两级编址的记法是：

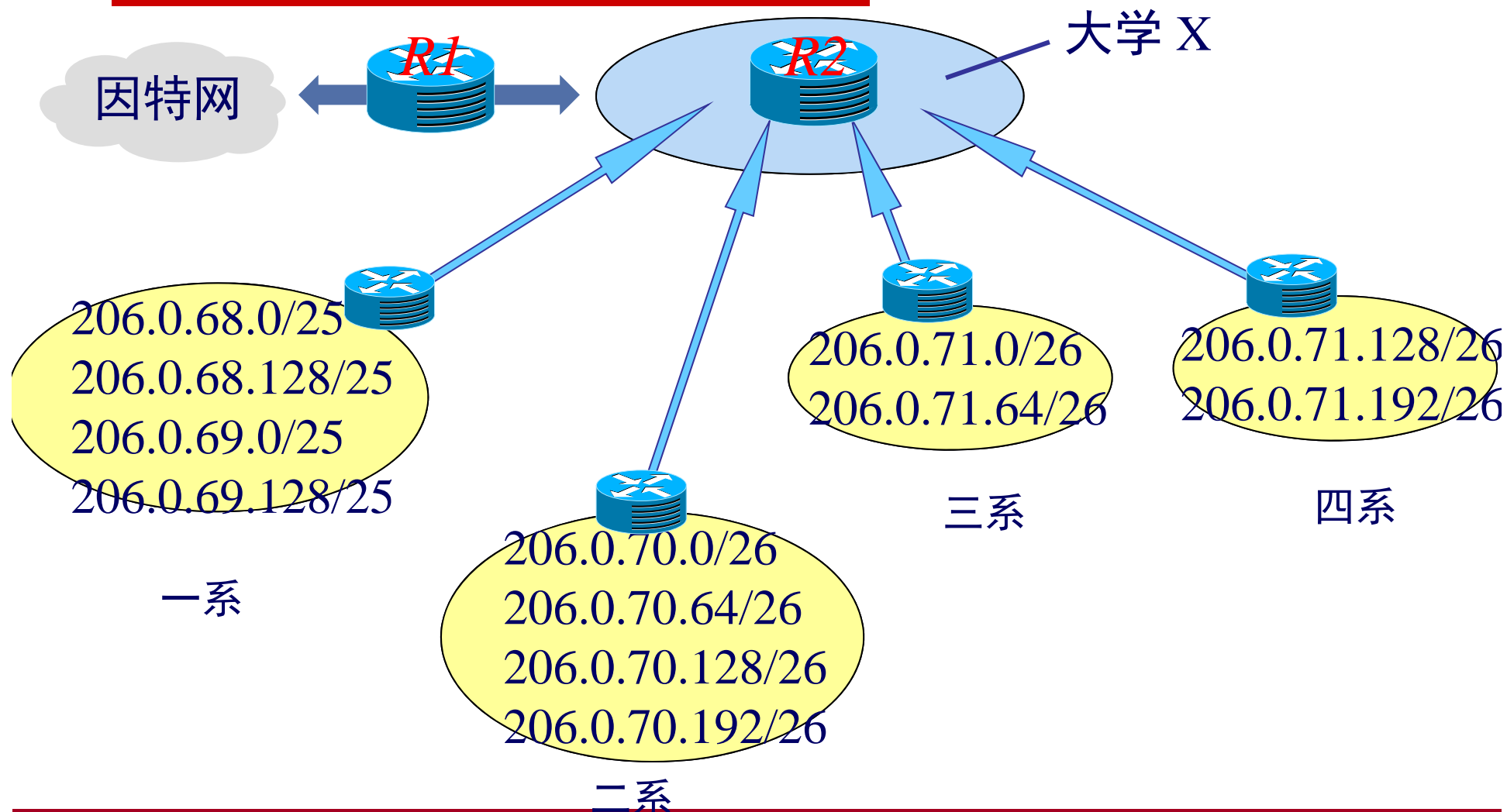
$$\text{IP地址} ::= \{ \langle \text{网络前缀} \rangle, \langle \text{主机号} \rangle \}$$

- CIDR 还使用“斜线记法”(slash notation)，它又称为CIDR记法，即在IP地址后面加上一个斜线“/”，然后写上网络前缀所占的比特数（这个数值对应于三级编址中子网掩码中比特 1 的个数）191.128.10.0/24。



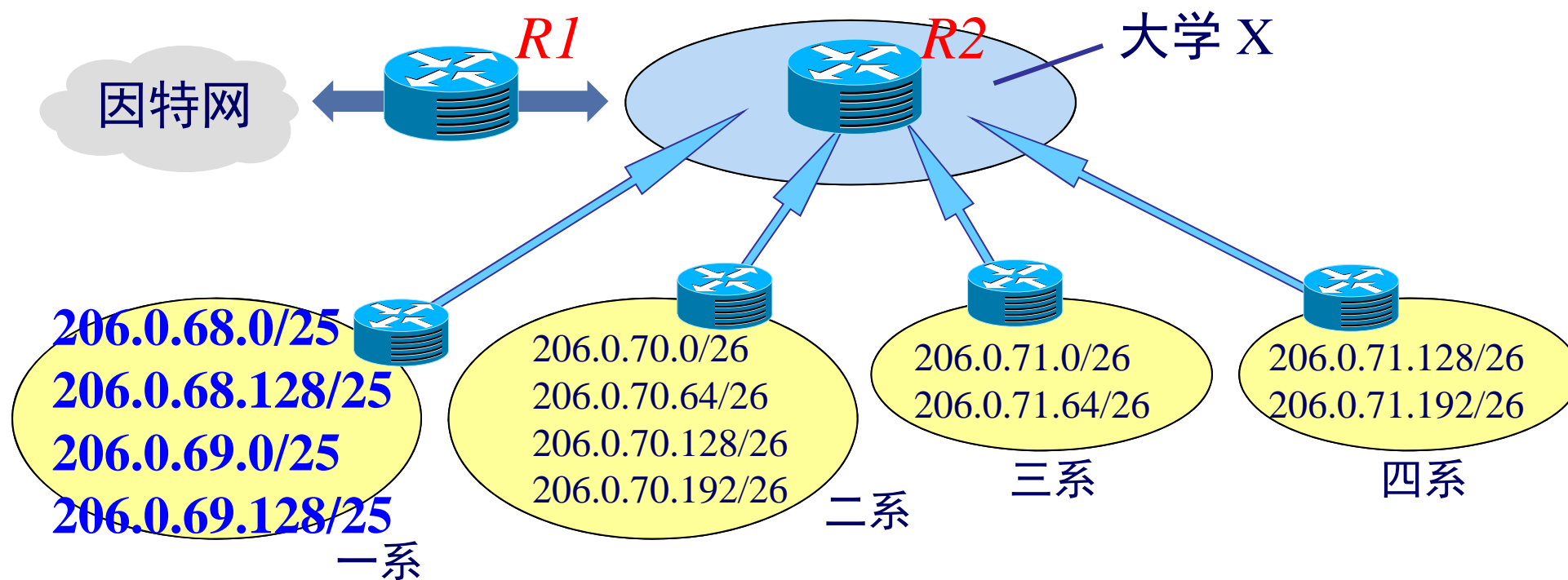
CIDR 地址块划分举例

为R1, R2编写路由表





分析一系网络地址的特征...





一系网络地址聚合

206.0.68.0/25 206.0.10001000.000000000

206.0.68.0/25 206.0.10001000.011111111

206.0.68.128/25 206.0.10001000.100000000

206.0.68.128/25 206.0.10001000.111111111

206.0.68.0/24



一系网络地址聚合

206.0.69.0/25 206.0.10001001.00000000

206.0.69.0/25 206.0.10001001.01111111

206.0.69.128/25 206.0.10001001.10000000

206.0.69.128/25 206.0.10001001.11111111

206.0.69.0/24



一系网络地址聚合

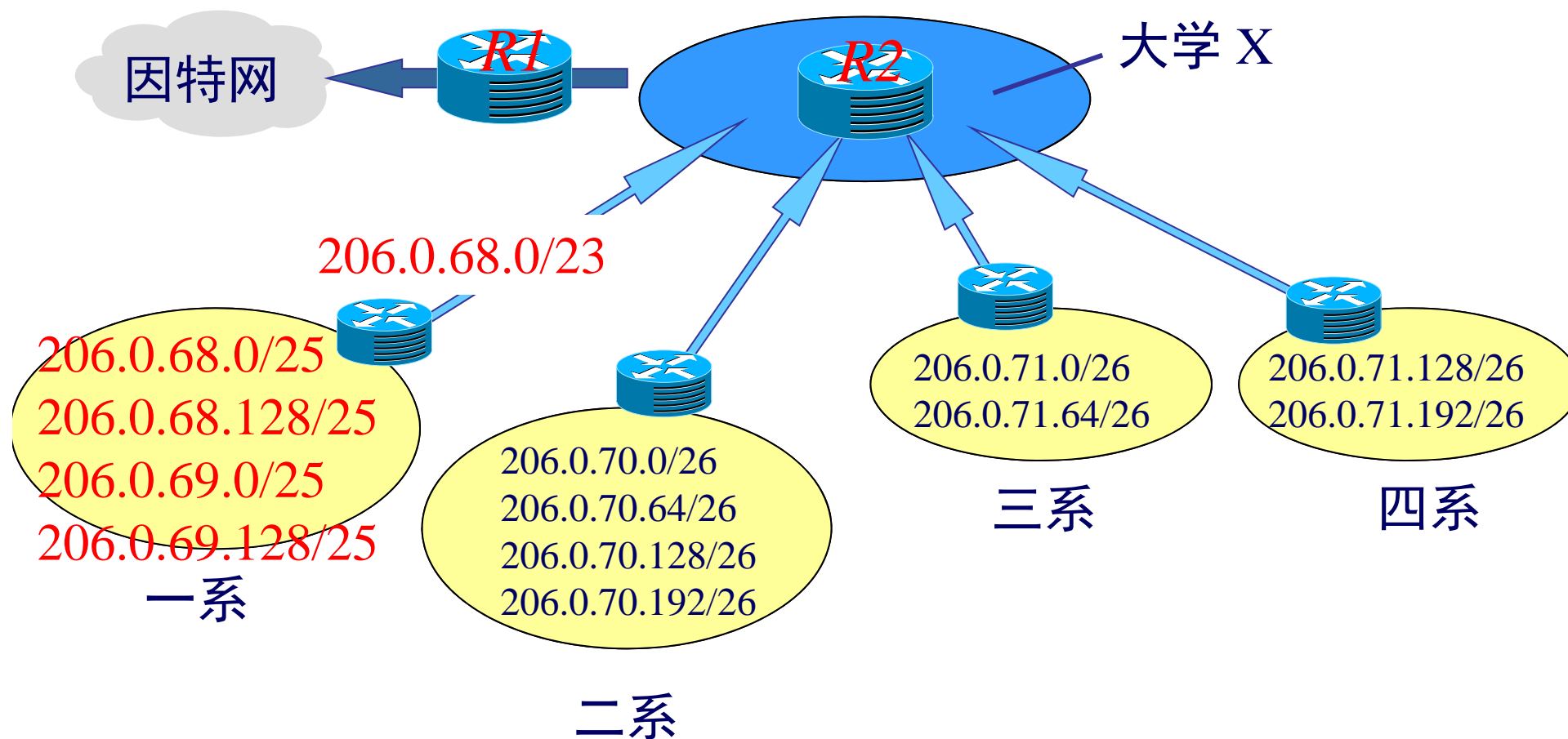
206.0.68.0/24 206.0.10001000.00000000

206.0.68.0/24 206.0.10001000.11111111

206.0.69.0/24 206.0.10001001.00000000

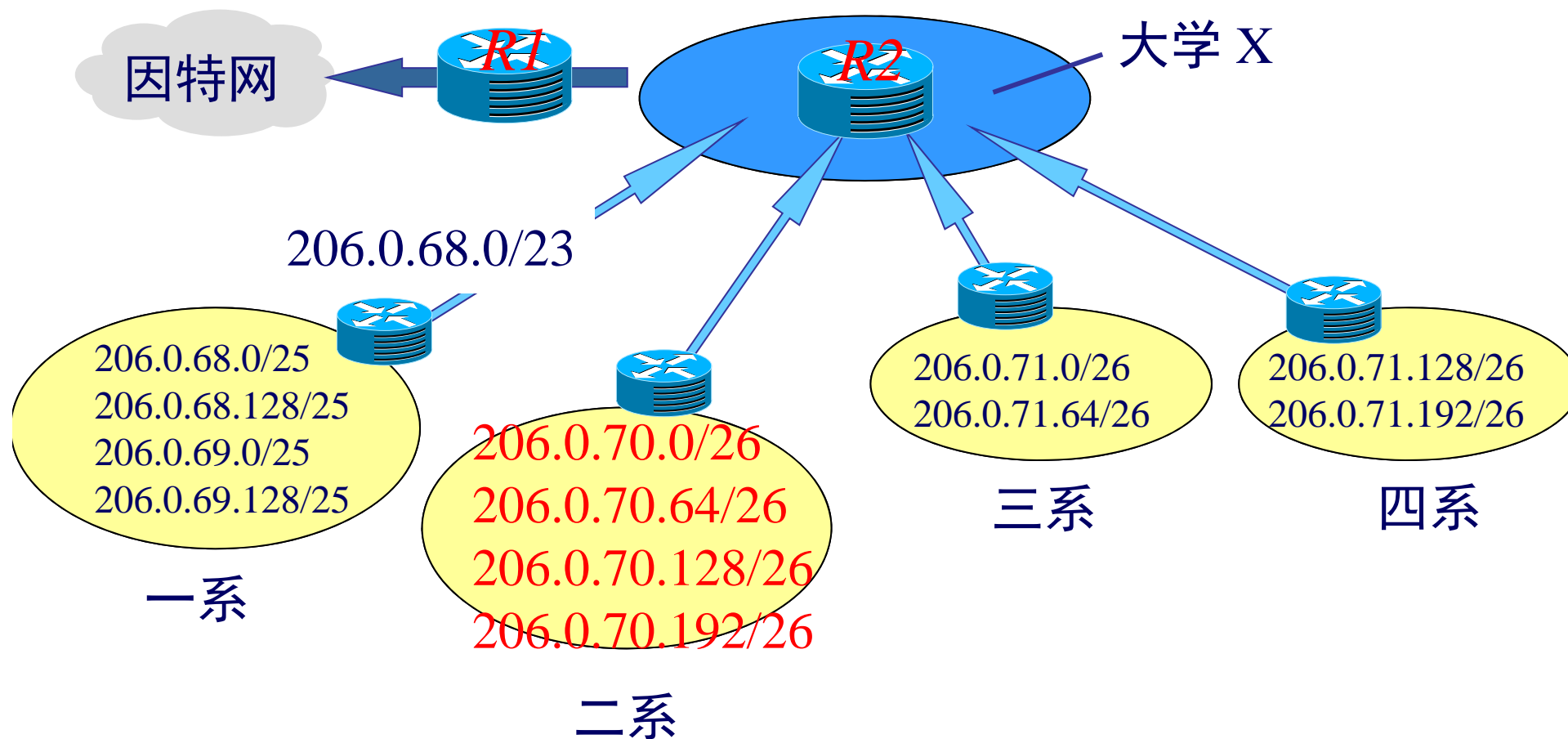
206.0.69.0/24 206.0.10001001.11111111

206.0.68.0/23





分析二系网络地址的特征...





二系网络地址聚合

206.0.70.0/24

206.0.70.0/26

206.0.70.00000000

206.0.70.00111111

206.0.70.64/26

206.0.70.01000000

206.0.70.01111111

206.0.70.0/25

206.0.70.128/26

206.0.70.10000000

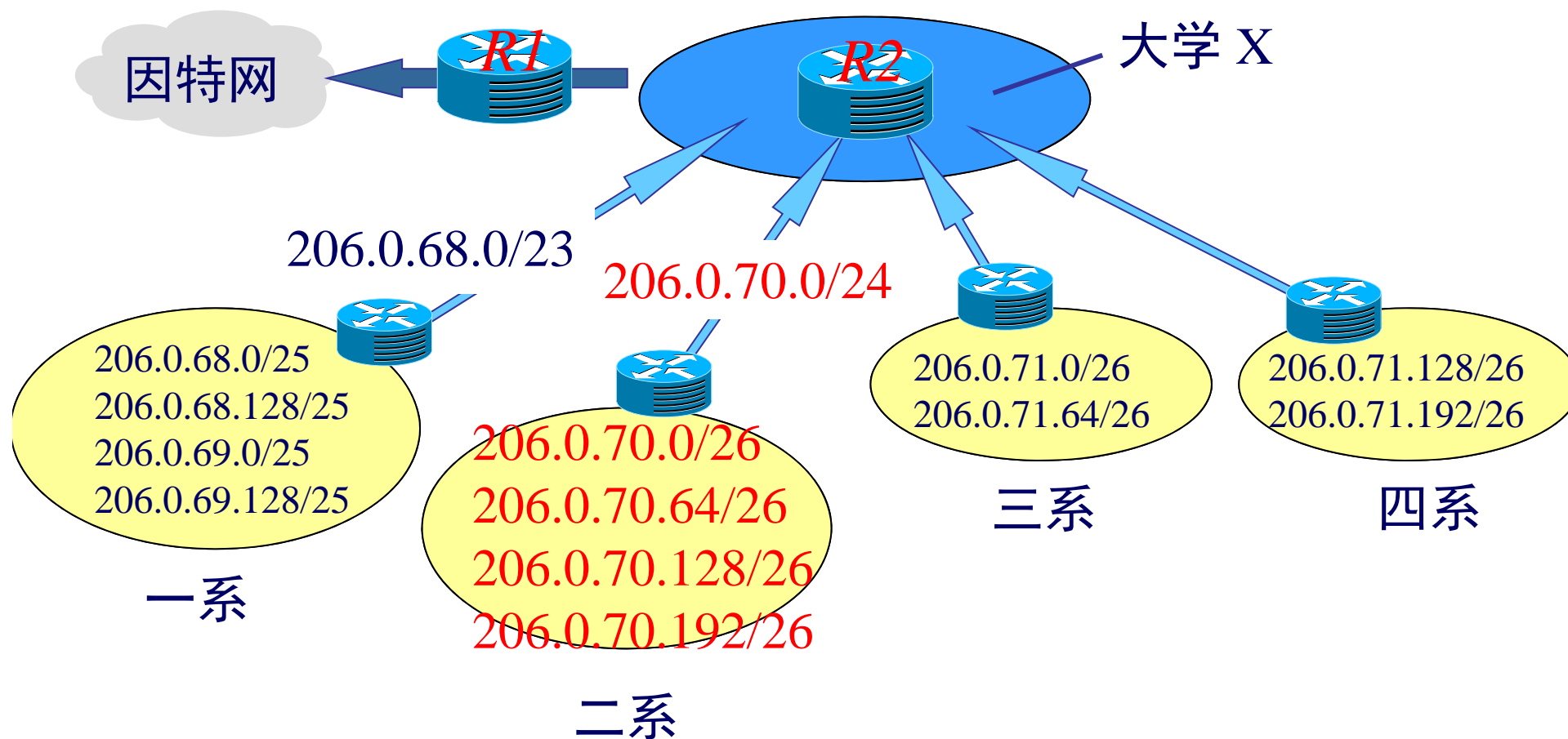
206.0.70.10111111

206.0.70.192/26

206.0.70.11000000

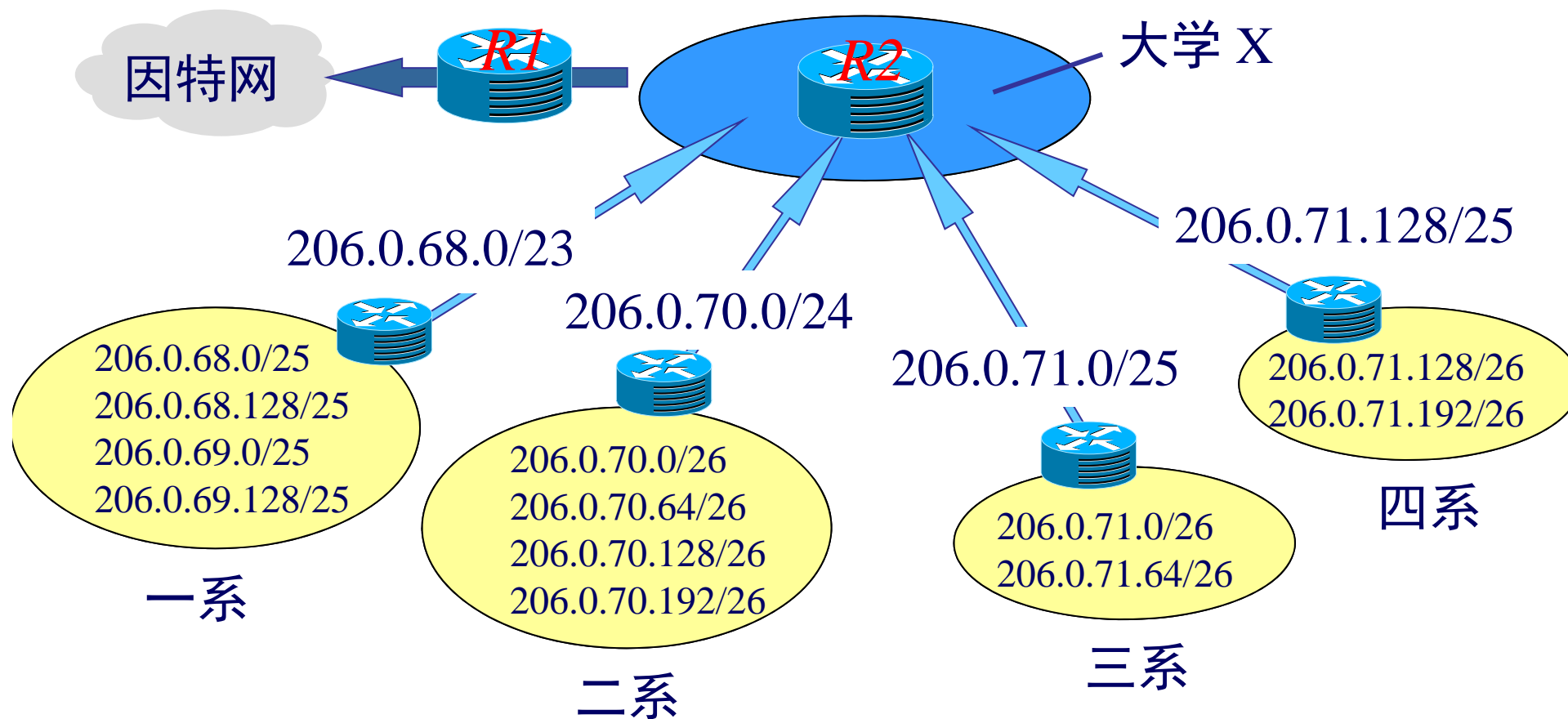
206.0.70.11111111

206.0.70.128/25





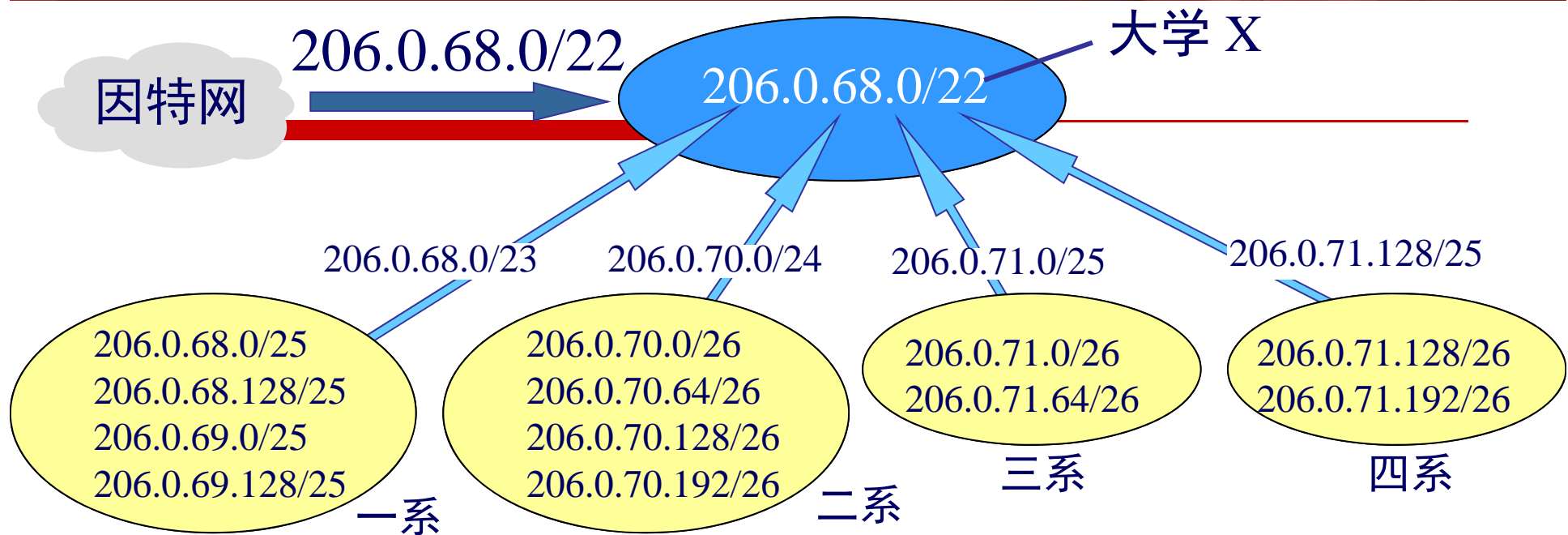
分析大学X网络地址的特征...





单位	地址块	二进制表示
三系	206.0.71.0/25	11001110.00000000.01000111.0*
四系	206.0.71.128/25	11001110.00000000.01000111.1*
三四	206.0.71.0/24	11001110.00000000.01000111.*
二系	206.0.70.0/24	11001110.00000000.01000110.*
二三四	206.0.70.0/23	11001110.00000000.0100011*
一系	206.0.68.0/23	11001110.00000000.0100010*
合并	206.0.68.0/22	11001110.00000000.010001*

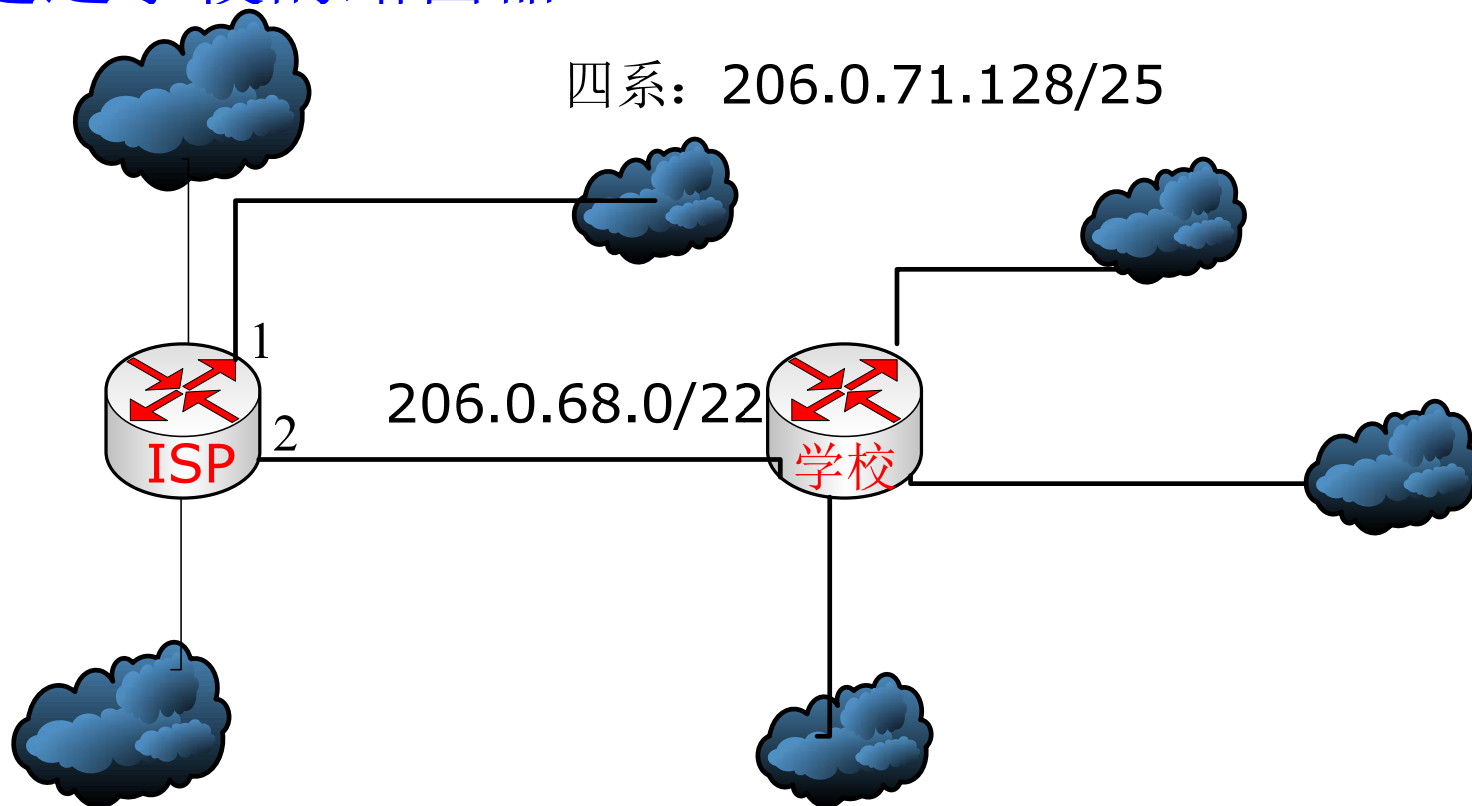
CIDR 地址块划分举例



这个大学共有 4 个 C 类网络。如果不采用 CIDR 技术，则在与该大学的路由器交换路由信息的每一个路由器的路由表中，就需要有 4 个项目。但采用地址聚合后，只需用路由聚合后的 1 个项目 $206.0.68.0/22$ 就能找到该大学。



假设ISP希望将给四系的数据包直接转发给四系，而不通过学校的路由器。





最长前缀匹配

- 使用 CIDR 时，路由表中的每个项目由“网络前缀”和“下一跳地址”组成。在查找路由表时可能会得到不止一个匹配结果。
- 应当从匹配结果中选择具有最长网络前缀的路由：最长前缀匹配(longest-prefix matching)。
- 网络前缀越长，其地址块就越小，因而路由就越具体。
- 最长前缀匹配又称为最长匹配或最佳匹配。



最长前缀匹配

ISP位置处路由器的部分路由条目

destination	Netmask	gateway	interface	metric
206.0.68.0	/22	*****	2	*****
206.0.71.128	/25	*****	1	*****

IP目标地址= 206.0.71.130，如何路由？



收到的分组的地址 $D = 206.0.71.130$

路由表中的项目: $206.0.68.0/22$ (大学)

$206.0.71.128/25$ (四系)

查找路由表中的第 1 个项目

第 1 个项目 $206.0.68.0/22$ 的掩码 M 有 22 个连续的 1。

$M = 11111111\ 11111111\ 11111100\ 00000000$

因此只需把 D 的第 3 个字节转换成二进制。

$M = 11111111\ 11111111\ 11111100\ 00000000$

AND $D =$ 206. 0. 01000100. 130

206. 0. 01000100. 0

与 $206.0.68.0/22$ 匹配



收到的分组的地址 $D = 206.0.71.130$

路由表中的项目: $206.0.68.0/22$ (大学)

$206.0.71.128/25$ (四系)

再查找路由表中的第 2 个项目

第 2 个项目 $206.0.71.128/25$ 的掩码 M 有 25 个连续的 1。

$M = 11111111\ 11111111\ 11111111\ 10000000$

因此只需把 D 的第 4 个字节转换成二进制。

$M = 11111111\ 11111111\ 11111111\ 10000000$

AND $D =$ 206. 0. 71. 10000010

206. 0. 71. 10000000

与 $206.0.71.128/25$ 匹配



最长前缀匹配

$D \text{ AND } (11111111 \ 11111111 \ 11111100 \ 00000000)$
= 206.0.68.0/22 匹配

$D \text{ AND } (11111111 \ 11111111 \ 11111111 \ 10000000)$
= 206.0.71.128/25 匹配

- 选择两个匹配的地址中更具体的一个，即选择最长前缀的地址。



超网（子网汇聚）

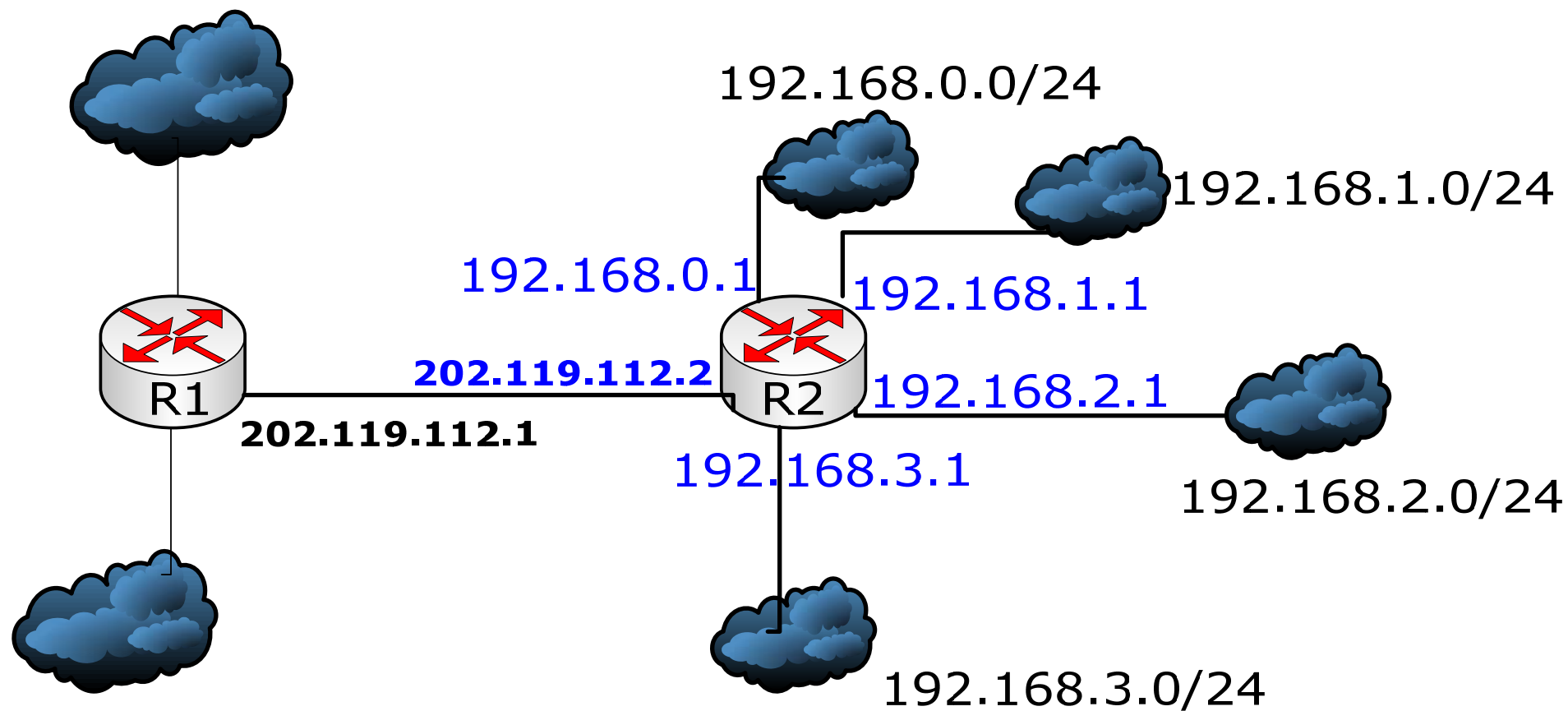
超网是与子网类似的概念——IP地址根据子网掩码被分为独立的网络地址和主机地址。但是，与子网把大网络分成若干小网络相反，超网是把一些小网络组合成一个大网络。

超网（子网汇聚）就是主机位向网络位借位。换言之，就是减少网络位，增加主机位。

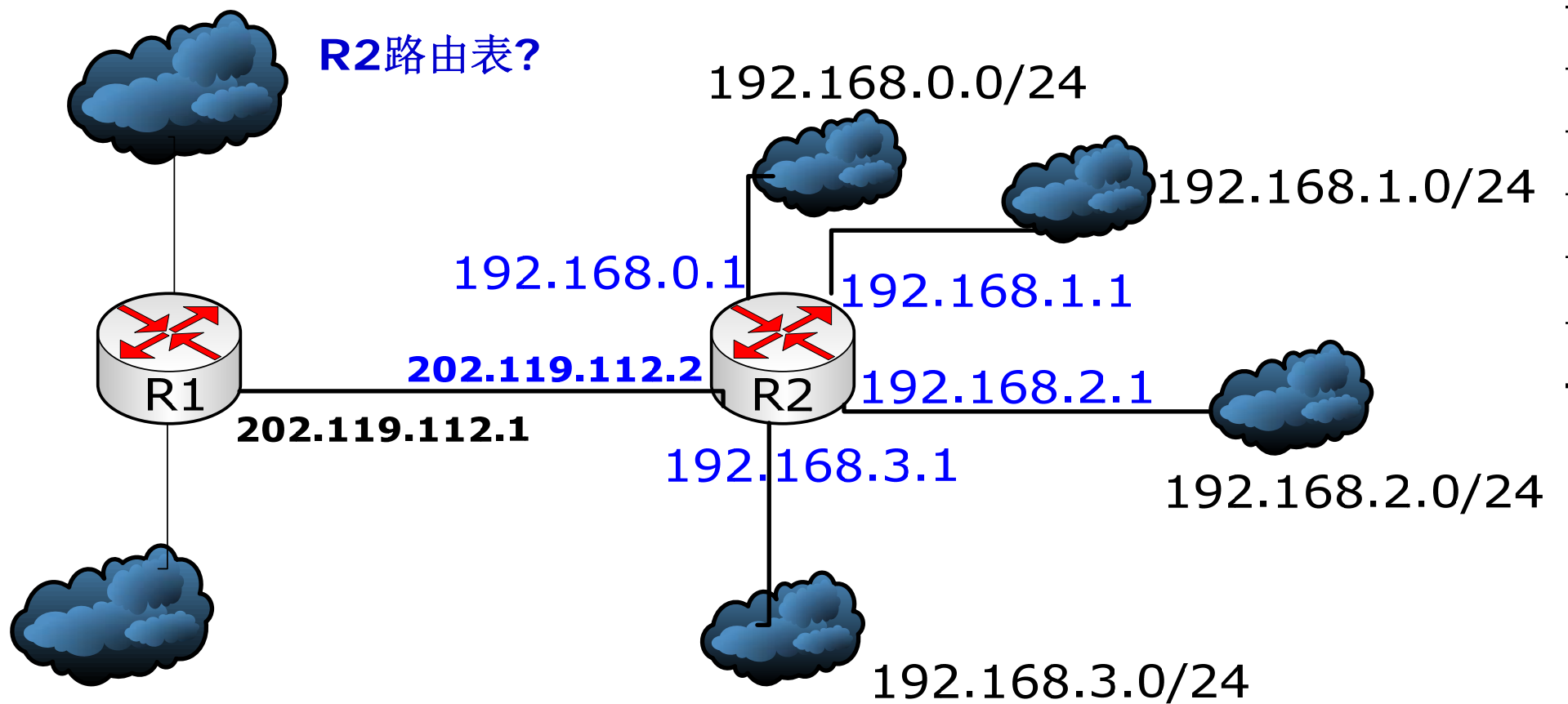
子网汇聚相当于子网划分的逆运算。在实际应用中一般是为了减轻路由表的负载而引进地址汇聚的概念(超网)。

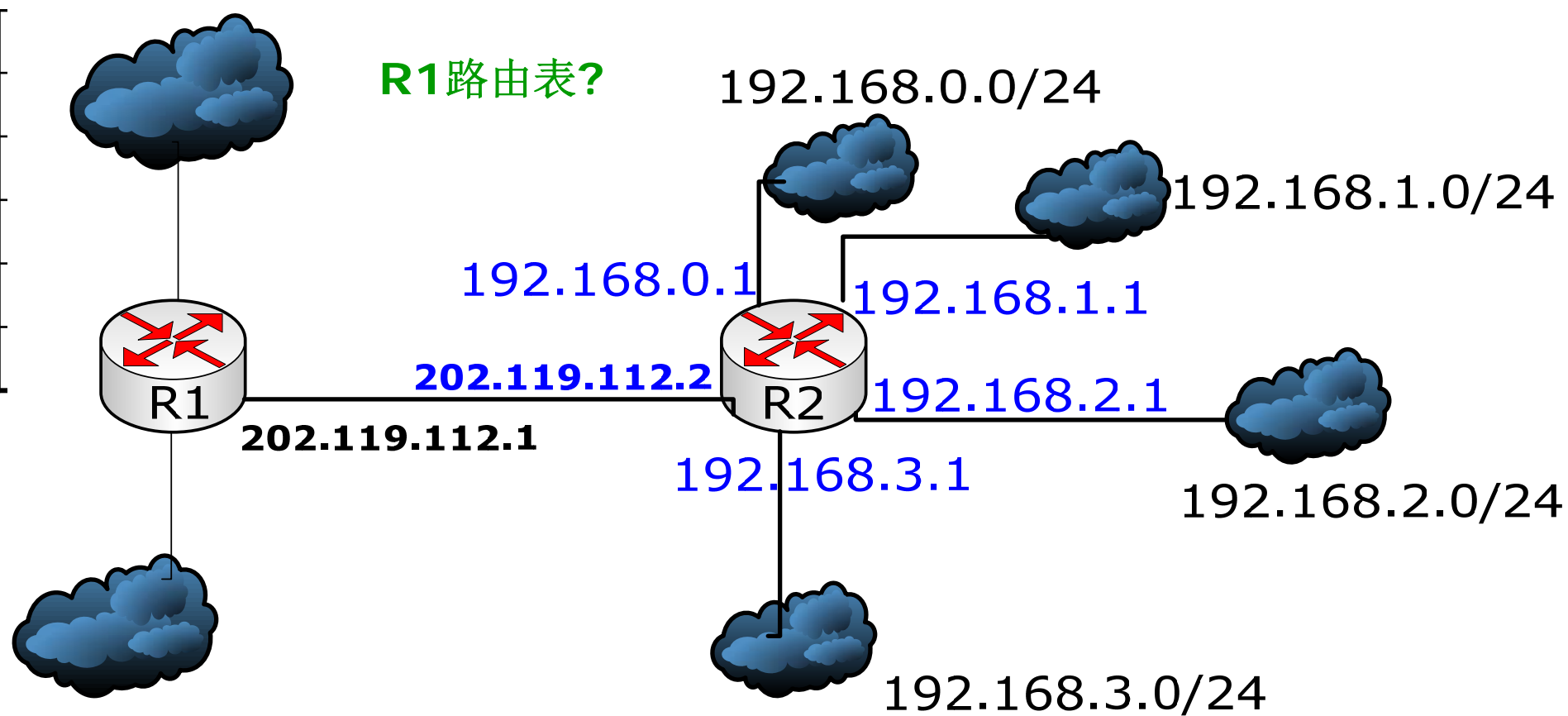


有如下网络拓扑结构，请为R1，R2编写路由表



R2路由表?







子网汇聚

将192.168.0.0/24、192.168.1.0/24、192.168.2.0/24、192.168.3.0/24这4个网络地址分别用二进制表示：

11000000.10101000.00000000.00000000/24

【192.168.0.0/24】

11000000.10101000.00000001.00000000/24

【192.168.1.0/24】

11000000.10101000.00000010.00000000/24

【192.168.2.0/24】

11000000.10101000.00000011.00000000/24

【192.168.3.0/24】



将192.168.0.0/24、192.168.1.0/24、192.168.2.0/24、192.168.3.0/24这4个网络地址分别用二进制表示：

11000000.10101000.00000000.00000000/24

【192.168.0.0/24】

11000000.10101000.00000000.0100000000/24

【192.168.1.0/24】

11000000.10101000.00000000.1000000000/24

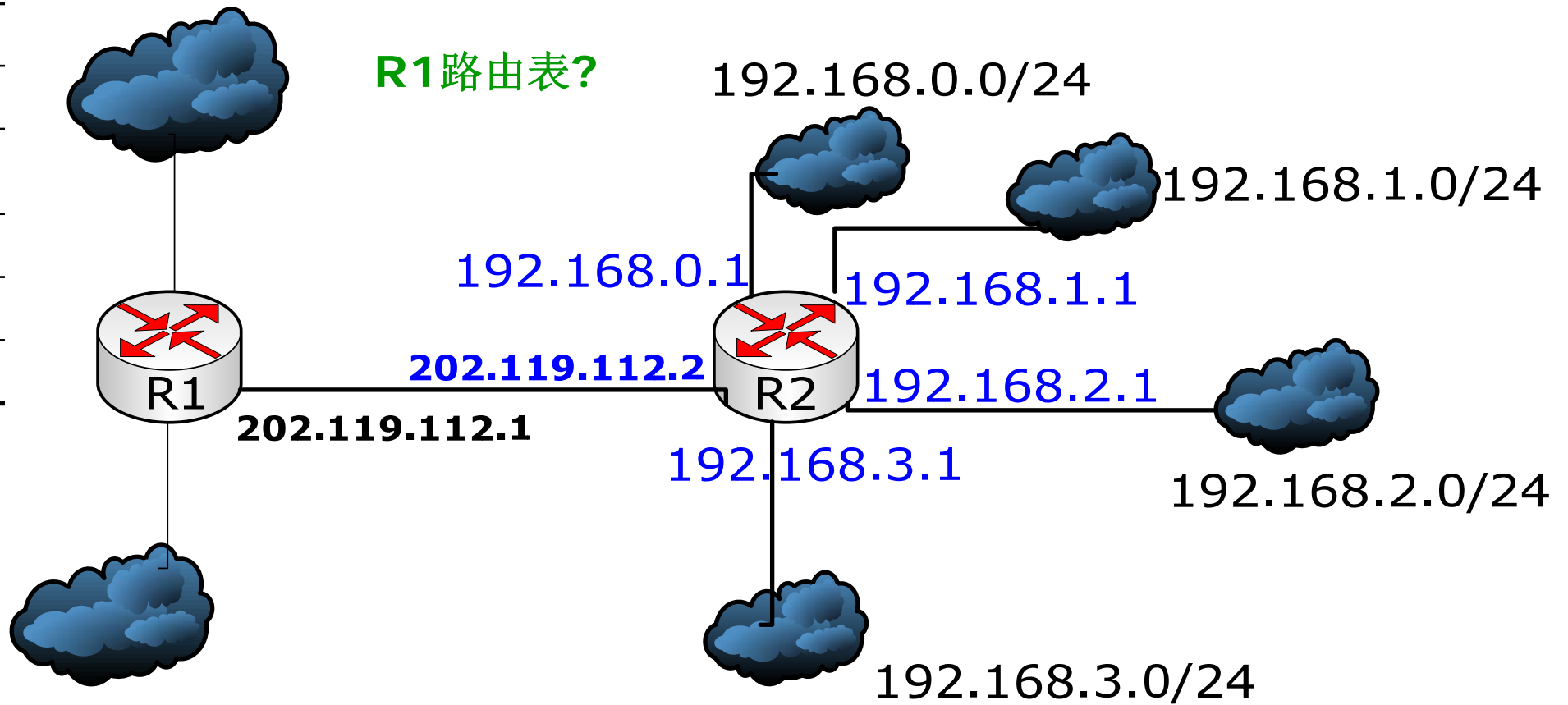
【192.168.2.0/24】

11000000.10101000.00000000.1100000000/24

【192.168.3.0/24】

通过查看它们的二进制形式可以发现，它们的前22位是一样的，所以，我们就可以将它们的网络位在原有的基础上向后退2位，变成22位。

192.168.0.0/22





例1

由2048个C类网络组成，从192.24.0.0/24到192.31.255.0/24，哪个地址块可覆盖地址范围？

192.24.0.0 192.24.1.0 192.24.2.0 ... 192.24.255.0

192.25.0.0 192.25.1.0 192.25.2.0 ... 192.25.255.0

.....

192.31.0.0 192.31.1.0 192.31.2.0 ... 192.31.255.0



192.24.0.0 : 192.00011000.00000000.0

192.31.255.0: 192.00011111.11111111.0

192.24.0.0/13



例2

地址范围：59.37.80.0/16--59.37.127.0/16,如何划分超网才使路由表条目最少呢？



例2.地址范围：59.37.80.0/24--59.37.127.0/24,如何划分超网才使路由表条目最少呢？

59.37.80.0 : 59.37.01010000.0

59.37.127.0: 59.37.01111111.0



例2.地址范围：59.37.80.0/24--59.37.127.0/24,如何划分超网才使路由表条目最少呢？

59.37.80.0 : 59.37.01010000.0

59.37.95.0 : 59.37.01011111.0

59.37.80.0/20

59.37.96.0 : 59.37.01100000.0

59.37.127.0 : 59.37.01111111.0

59.37.96.0/19



例2.地址范围：59.37.80.0/24--59.37.127.0/24,如何划分超网才使路由表条目最少呢？

59.37.80.0 : 59.37.01010000.0

59.37.95.0 : 59.37.01011111.0

59.37.96.0 : 59.37.01100000.0

59.37.127.0 : 59.37.01111111.0

59.37.64.0/18表示什么范围？



作业

1. 某路由器的路由表条目中，目的地址范围从60.100.80.0/24至60.100.127.0/24时，选择的路径相同，请采用超网汇聚技术简化路由表条目。

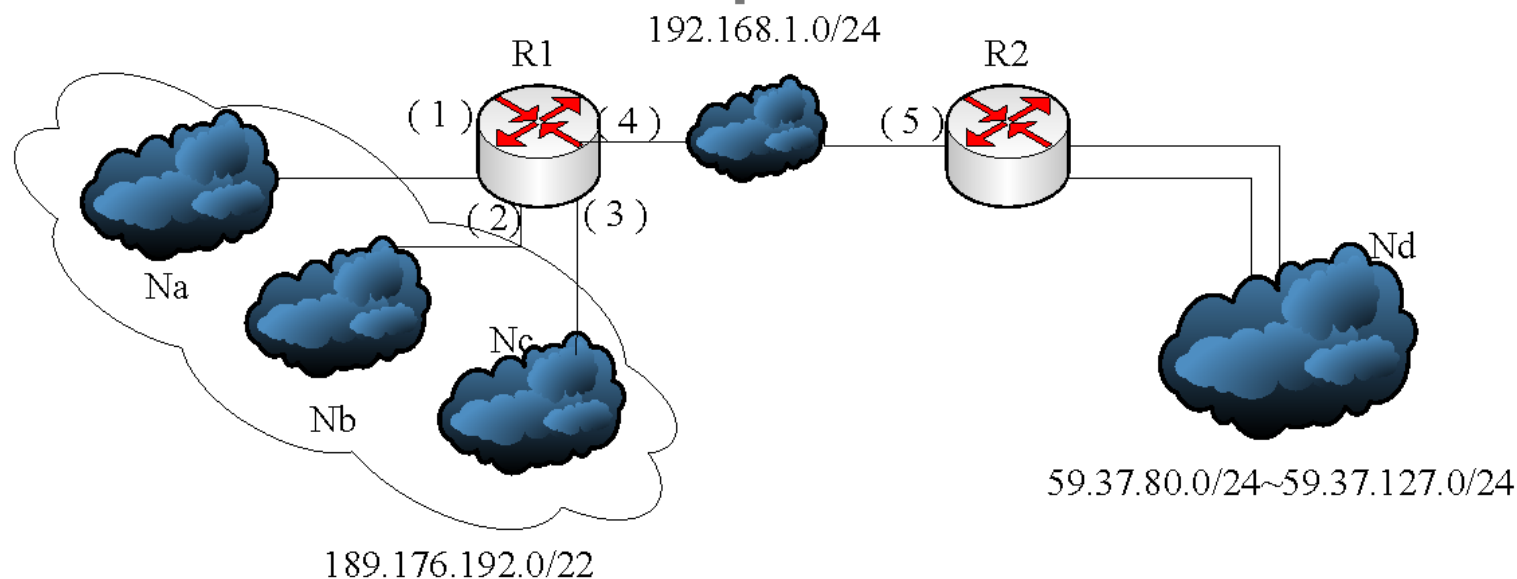


作业

2. 已知某网络结构如下图所示，路由器R1左边和网络Na、Nb、Nc直接相连，路由器R1和R2同时接入到地址为192.168.1.0/24的网络中，R2向右连接到多个网络，用Nd代替，这些网络的地址范围为59.37.80.0/24~59.37.127.0/24。其中，Na、Nb、Nc是从一个网络地址189.176.192.0/22进行子网划分得到，Na、Nc中至少包含于100台主机，Nb中至少包含于200台主机。



作业



- (1) 为Na、Nb、Nc给出一个可能的子网划分过程，并为Na、Nb、Nc指定子网划分结果；
- (2) 基于(1)的划分结果，为图中5个括号处设置IP地址；
- (3) 简述什么是路由选择；
- (4) 编写R1和R2的路由表，使Na,Nb,Nc,Nd网络内的计算机可以进行数据通信。考虑采用CIDR技术，减少相关路由表条目的数量。