



B站 UP : 澧劬閣 整理

第05章 IP地址和子网划分



讲师：韩立刚
51CTO学院金牌讲师
51CTO学院教学顾问
微软最有价值专家MVP
河北师大软件学院讲师
河北地质大学客座教授
计算机图书作者

本章内容

- 5.1 学习IP地址预备知识
- 5.2 理解IP地址
- 5.3 IP地址分类
- 5.4 私有地址和公网地址
- 5.5 等长子网划分
- 5.6 变长子网划分
- 5.7 超网合并网段

5.1 学习IP地址预备知识

■5.1.1 二进制和十进制

■5.1.2 二进制数的规律

5.1.1 二进制和十进制

■二进制 十进制

■	1	1
■	10	2
■	100	4
■	1000	8
■	1 0000	16
■	10 0000	32
■	100 0000	64
■	1000 0000	128

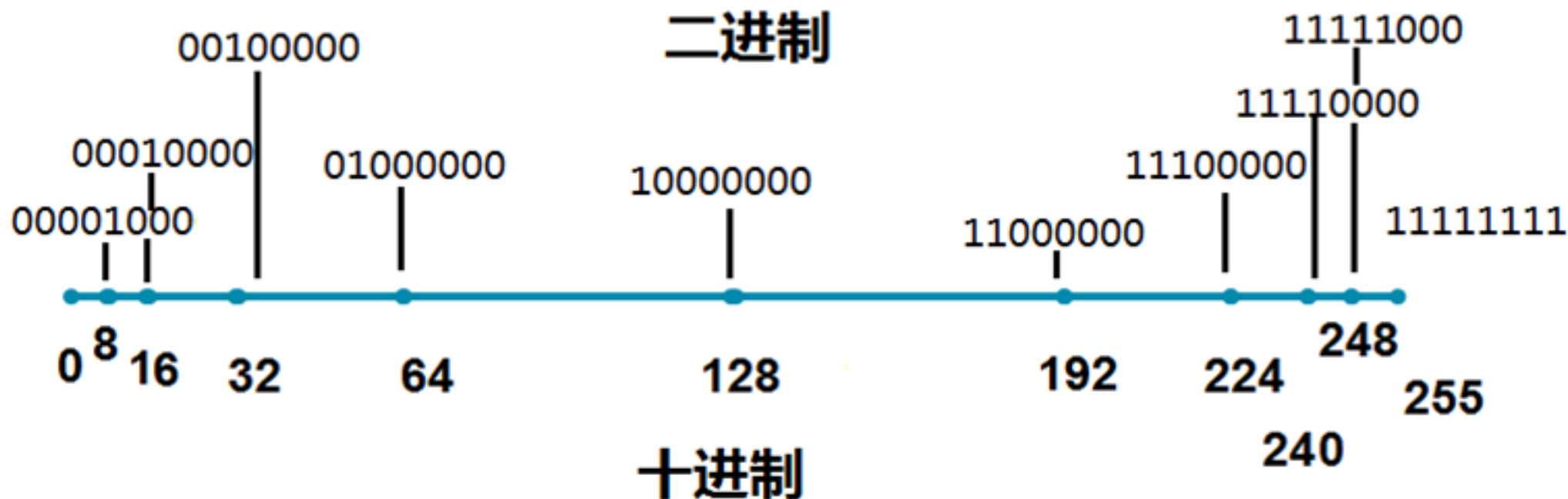
■二进制 十进制

■	1000 0000	128
■	1100 0000	192
■	1110 0000	224
■	1111 0000	240
■	1111 1000	248
■	1111 1100	252
■	1111 1110	254
■	1111 1111	255

5.1.1 十进制和二进制对应关系

■画一个0-255的数轴帮你记忆关键数值

二进制和十进制对应关系



5.1.2 二进制数的规律

- 能够被2整除的数，写成二进制形式，最后一位是0。如果余数是1，则最后一位是1。
- 能够被4整除的数，写成二进制形式，后两位是00。如果余数是2，那就把2写成二进制，后两位10。
- 能够被8整除的数，写成二进制形式，最后三位是000。如果余5，就把5写成二进制，后三位101。
- 能够被16整除的数，写成二进制形式，最后四位都是0000。如果余6，就把6写成二进制，最后四位0110。

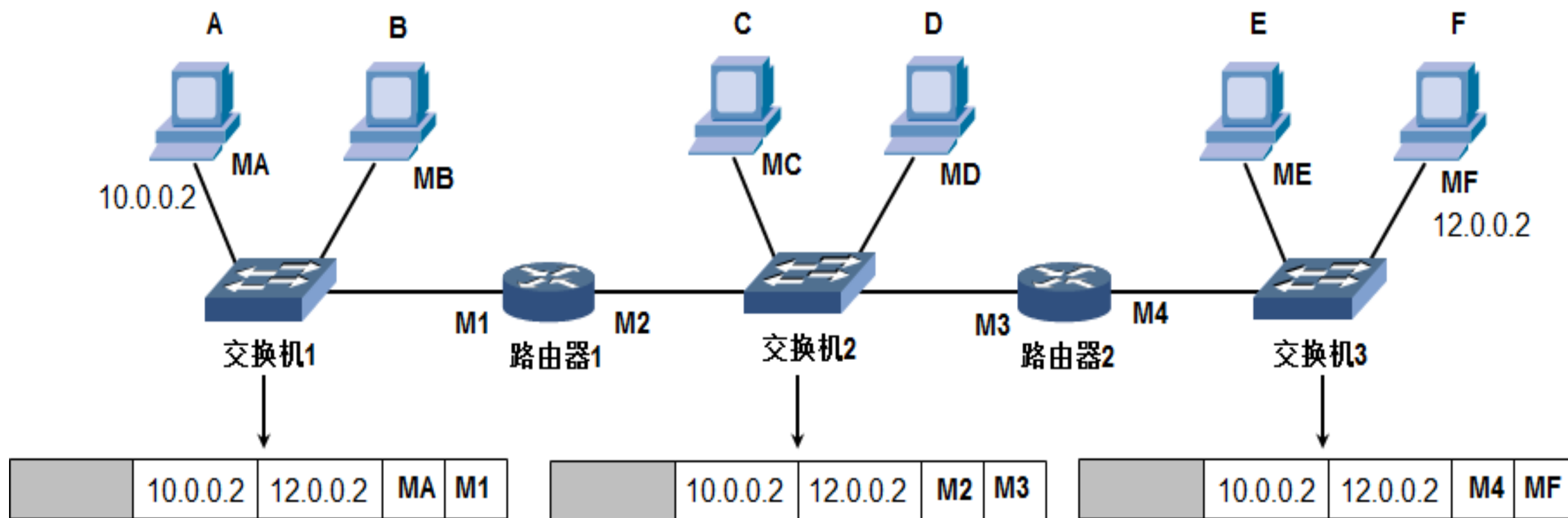
十进制	二进制	十进制	二进制
0	0	11	1011
1	1	12	1100
2	10	13	1101
3	11	14	1110
4	100	15	1111
5	101	16	10000
6	110	17	10001
7	111	18	10010
8	1000	19	10011
9	1001	20	10100
10	1010	21	10101

5.2 理解IP地址

- 5.2.1 MAC地址和IP地址
- 5.2.2 IP地址的组成
- 5.2.3 IP地址格式
- 5.2.4 子网掩码的作用

5.2.1 MAC地址和IP地址

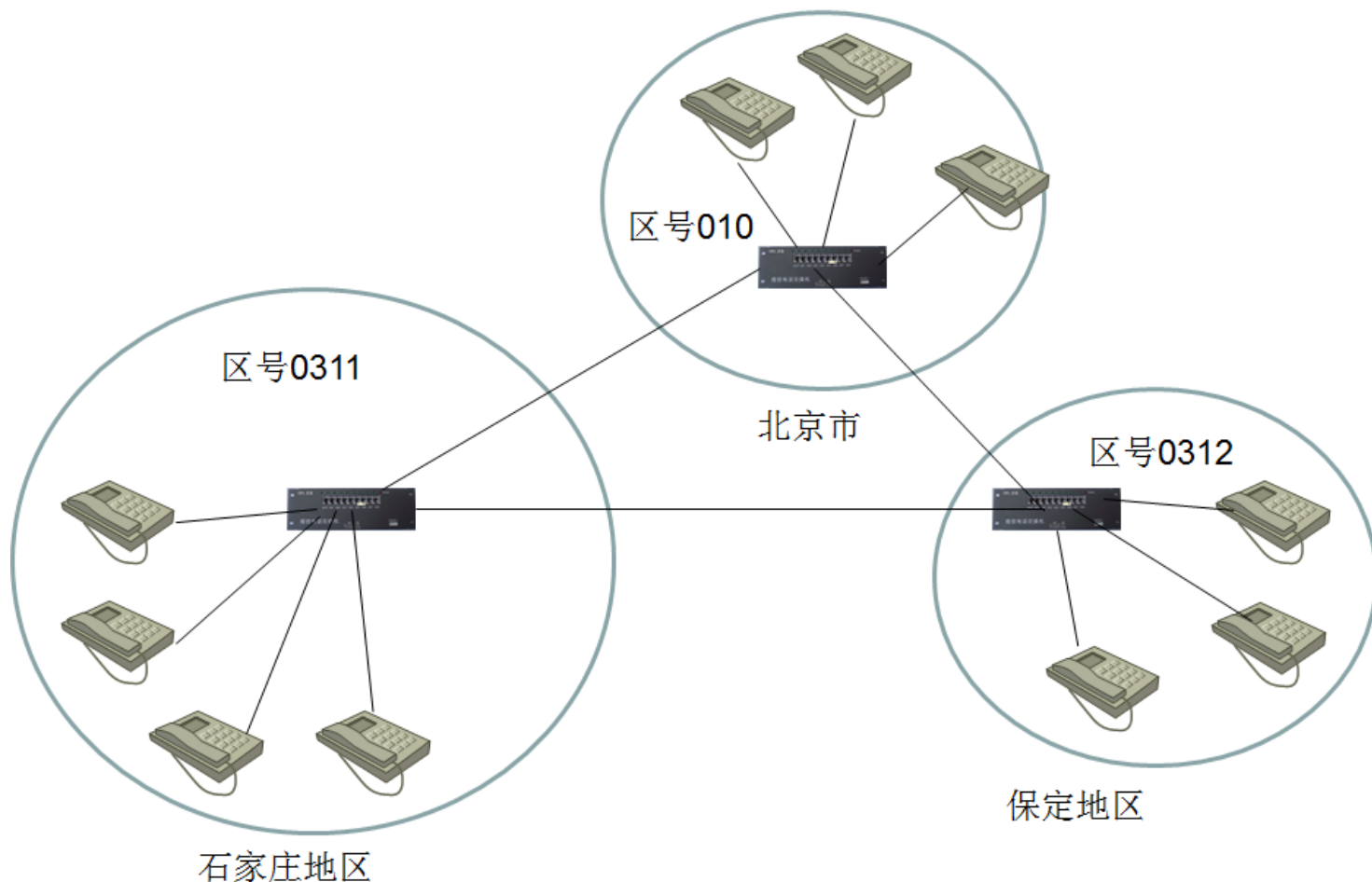
- 数据包的目标IP地址决定了数据包最终到达哪一个计算机，而目标MAC地址决定了该数据包下一跳由哪个设备接收，不一定是终点。



5.2.2 IP地址的组成

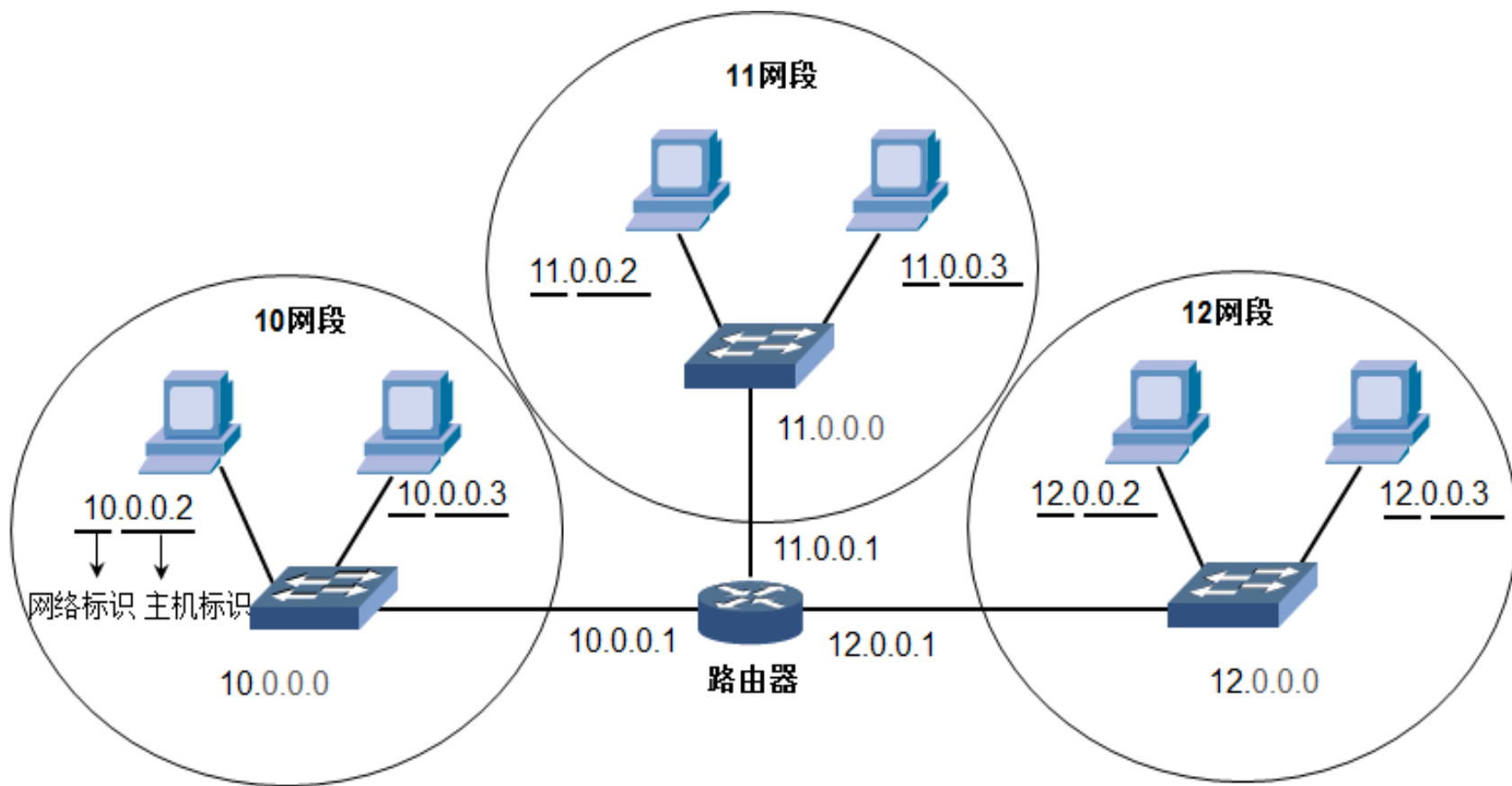
■ 32位的二进制作为IP地址，其分为两部分，网络部分和主机部分。就像电话号码有区号和电话号一样。

用电话号码来理解IP地址规划



5.2.2 IP地址的组成

- 计算机的IP地址也有两部分组成，一部分为网络标识，一部分为主机标识，同一网段的计算机网络部分相同，路由器连接不同网段，负责不同网段之间的数据转发，交换机连接的是同一网段的计算机。
- 计算机在和其他计算机通信之前，首先要判断目标IP地址和自己的IP地址是否在一个网段，这决定了数据链层的目标MAC地址是目标计算机的还是路由器接口的MAC地址。

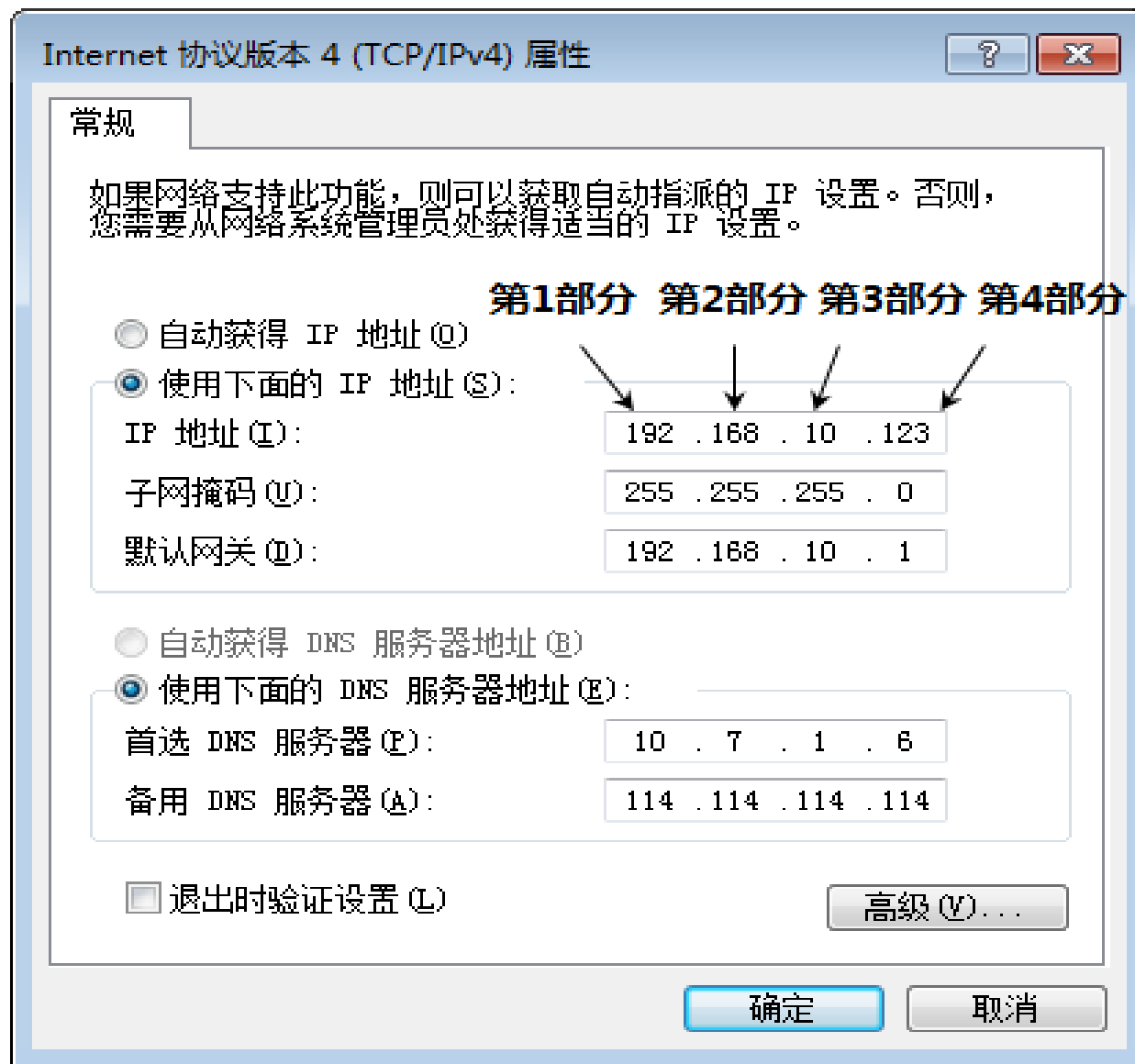


5.2.3 IP地址格式

- IP地址用32位二进制来表示，也就是32比特，换算成字节，就是4个字节。
- 这些位通常被分割为4个部分，每一部分8位二进制，中间使用符号“.”分开，分成4部分的二进制地址，
10101100.00010000.00011110.00111000，IP地址经常被写成十进制的形式，于是，上面的IP地址可以表示为“**172.16.30.56**”。IP地址的这种表示法叫做“点分十进制表示法”。

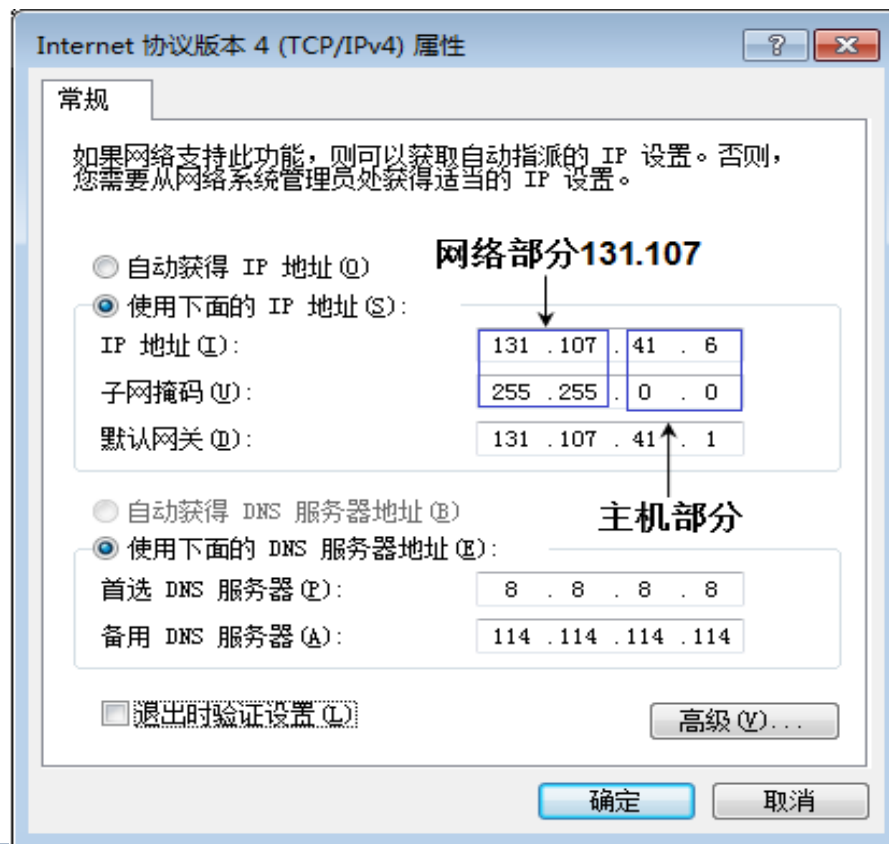
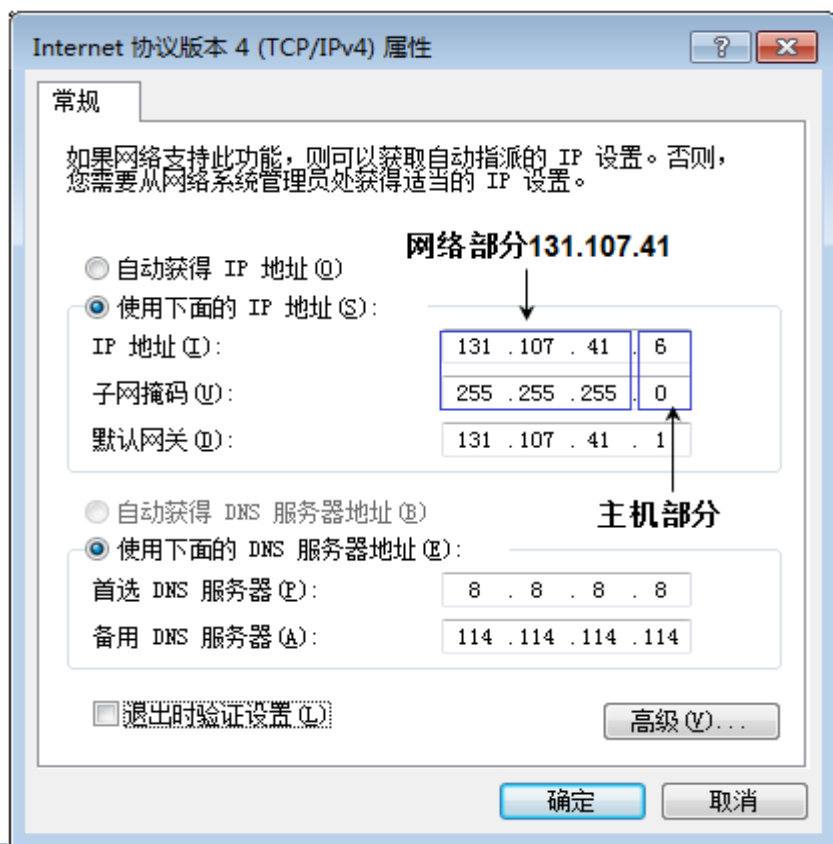
5.2.3 IP地址格式

■本书为了方便说明，将IP地址分为第1部分，第2部分、第3部分和第4部分。



5.2.4 子网掩码的作用

- 子网掩码（Subnet Mask）又叫网络掩码、地址掩码，它是一种用来指明一个IP地址的哪些位标识的是主机所在的子网以及哪些位标识的是主机的位掩码。子网掩码只有一个作用，就是将某个IP地址划分成网络地址和主机地址两部分。



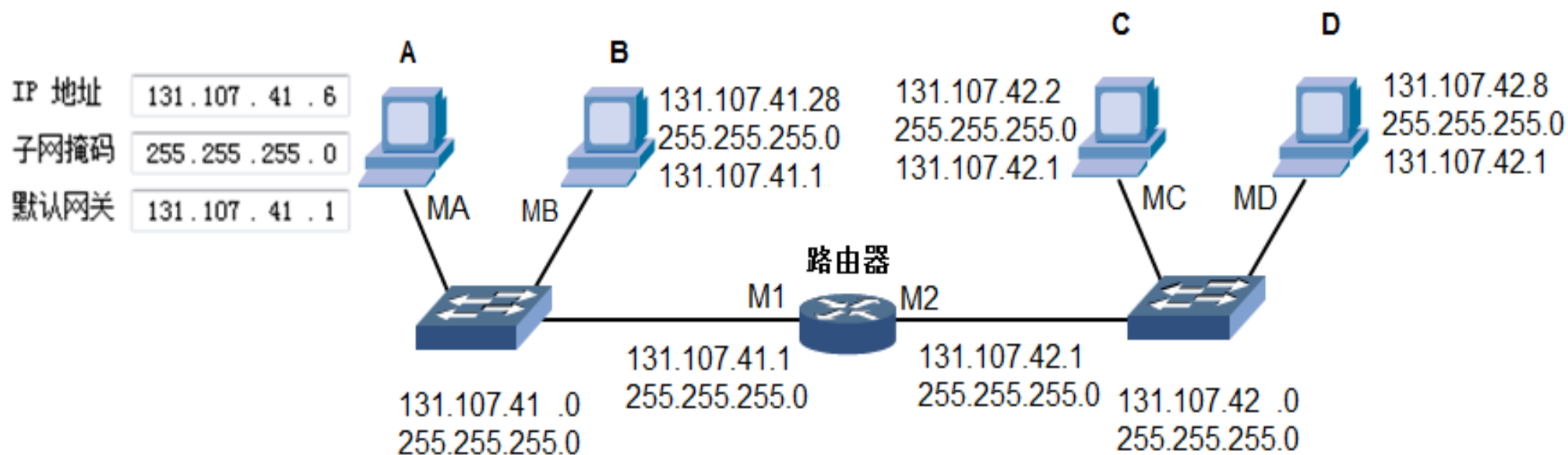
5.2.4子网掩码的作用

- 使用自己的子网掩码计算机自己所在的网段。

	地址				子网掩码			
	131.107.41.6				255.255.255.0			
	131		107		41		6	
二进制地址	10000011		01101011		00101001		00000110	
	与	与	255		255		255	
二进制子网掩码	11111111		11111111		11111111		00000000	
	↓	↓	131		107		41	
地址和子网掩码做“与”运算得到网络号	10000011		01101011		00101001		00000000	

5.2.4子网掩码的作用

- 同一个网段中的计算机子网掩码相同，计算机的网关就是到其他网段的出口，也就是路由器接口地址。路由器接口使用的地址可以是本网段中任何一个地址，不过通常使用该网段的第一个可用的地址或最后一个可用的地址，这是为了尽可能避免和网络中的计算机地址冲突。

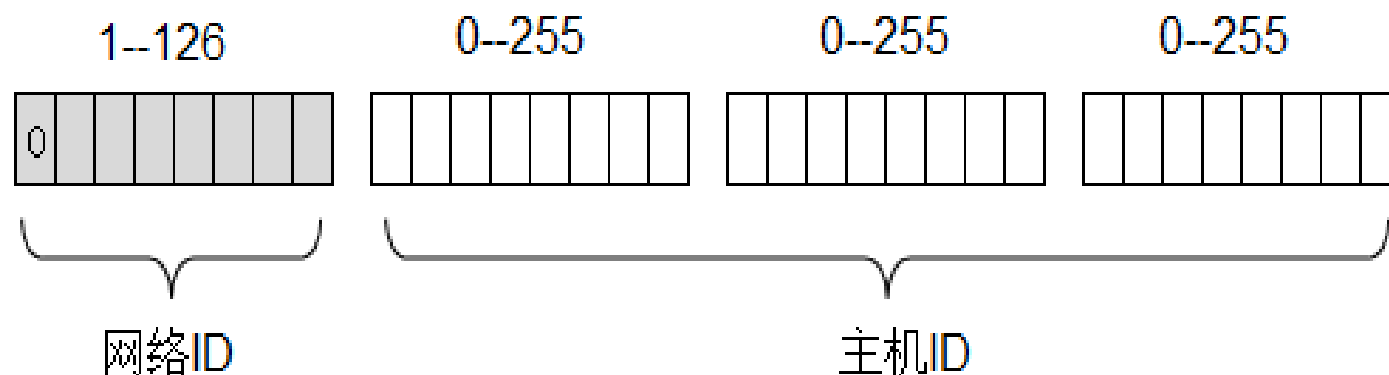


5.3 IP地址分类

- 5.3.1 A类地址
- 5.3.2 B类地址
- 5.3.3 C类地址
- 5.3.4 D类和E类地址
- 5.3.5 保留的IP地址
- 5.3.6 实战：本地环回地址
- 5.3.7 实战：给本网段发送广播

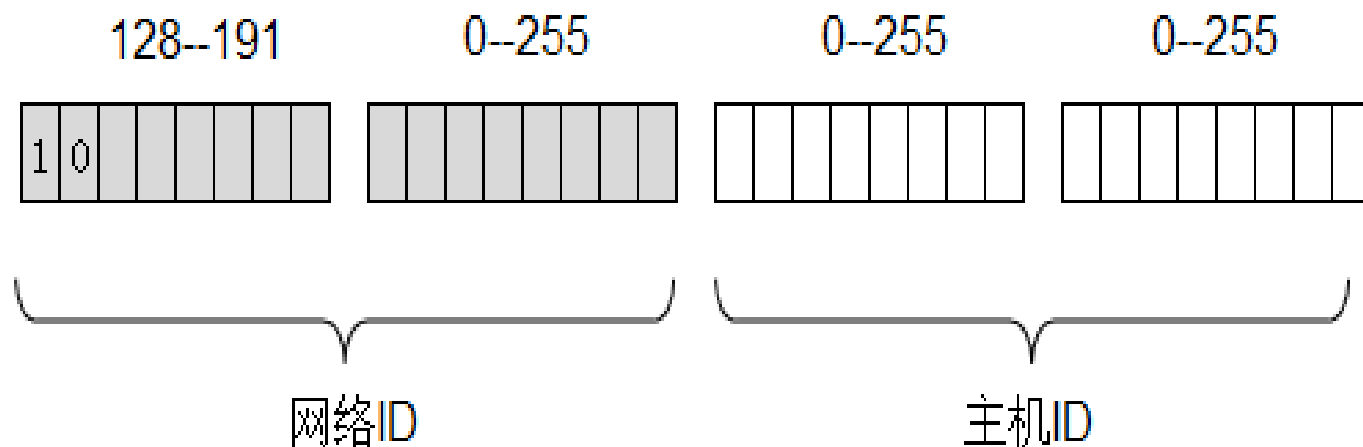
5.3.1 A类地址

- 网络地址的最高位是0的地址为A类地址。网络ID是0不能用，127作为保留网段，因此A类地址的第1部分取值范围1-126。
- A类网络默认子网掩码为255.0.0.0。主机ID由第2部分、第3部分和第4部分组成，每部分的取值范围0-255，共256种取值，你要是学过排列组合就知道，一个A类网络主机数量是 $256 \times 256 \times 256 = 166777216$ ，这里还需减去2，主机ID全0的地址为网络地址，而主机ID全部为1的地址为广播地址，



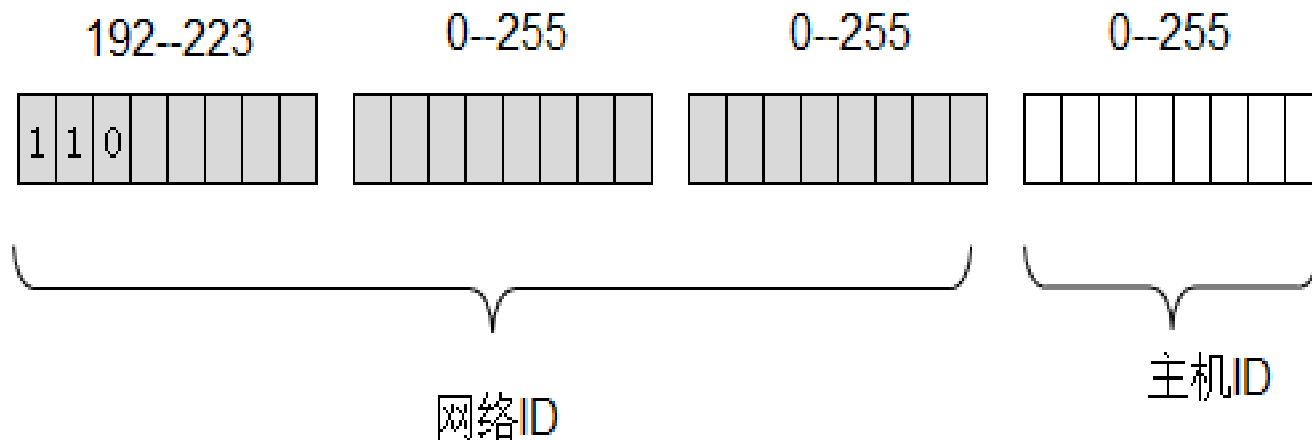
5.3.2 B类地址

- 网络地址的最高位是**10**的地址为**B类地址**。IP地址第**1**部分的取值范围为**128-191**。
- **B类网络默认子网掩码为255.255.0.0**。主机ID由第**3**部分和第**4**部分组成，每个**B类网络**可以容纳的最大主机数量 **$256 \times 256 - 2 = 65023$** 。



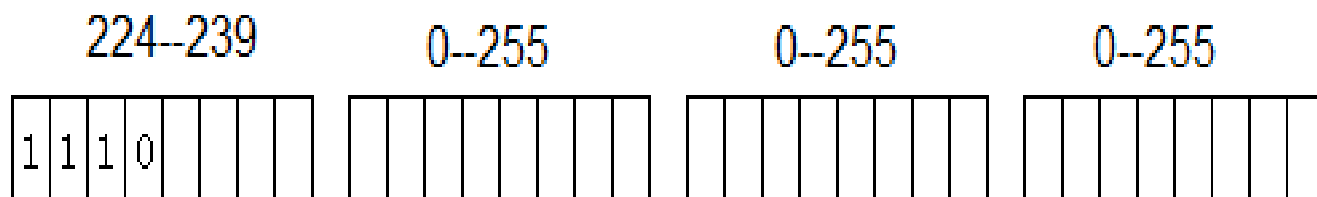
5.3.3 C类地址

- 网络地址的最高位是**110**的地址为**C类地址**。IP地址第**1**部分的取值范围为**192-223**。
- C类网络默认子网掩码为255.255.255.0**。主机ID由第**4**部分组成，每个**C类网络**可以容纳的最大主机数量 **$256-2=254$** 。



5.3.4 D类和E类地址

- 网络地址的最高位是**1110**的地址为D类地址。D类地址第1部分的取值范围为**224-239**。用于多播（也称为组播）的地址，组播地址没有子网掩码。

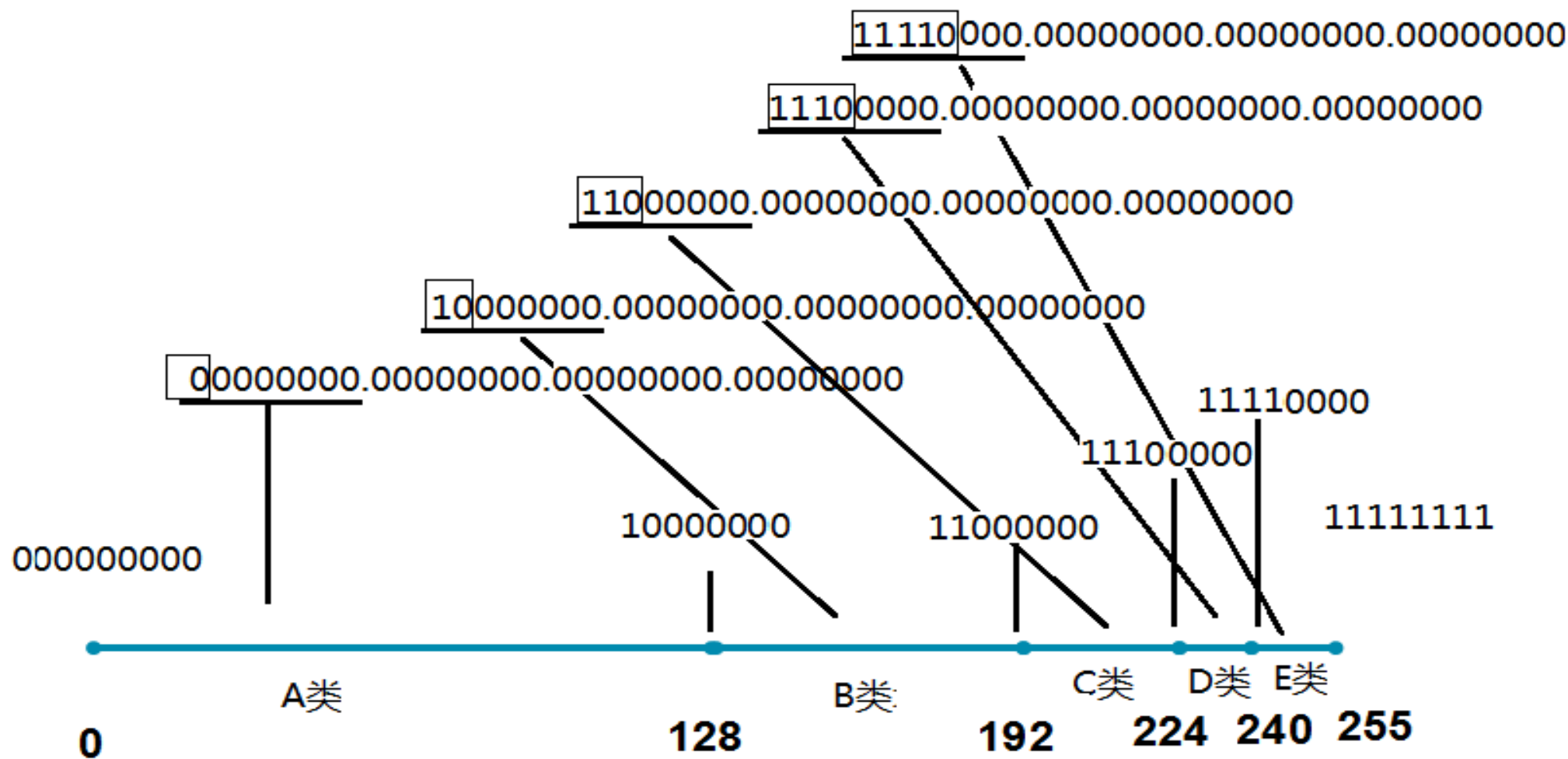


- 网络地址的最高位是**11110**的地址为E类地址。第一部分取值范围**240-254**，保留为今后使用，在本书中并不讨论这些类型的地址（并且你也不要要求了解这些内容）。



5.3.4 IP地址分类助记图

IP地址分类示意图



思考以下地址属于哪类地址

■ 119.23.2.12

■ 45.3.2.33

■ 212.34.56.45

5.3.5保留的IP地址

- **主机ID全为0的地址**：特指某个网段，比如**192.168.10.0**
255.255.255.0，指**192.168.10.0**网段。
- **主机ID全为1的地址**：特指该网段的全部主机，如果你的计算机发送数据包使用主机ID全是1的IP地址，数据链路层地址用广播地址**FF-FF-FF-FF-FF-FF**。
- **127.0.0.1**：是本地环回地址，指本机地址，一般用来测试使用。
回送地址(**127.x.x.x**)是本地回送地址(**Loopback Address**)，即主机IP堆栈内部的IP地址。
- **169.254.0.0**：**169.254.0.0-169.254.255.255**实际上是自动私有IP地址。
- **0.0.0.0**：如果计算机的IP地址和网络中的其他计算机地址冲突，使用**ipconfig**命令看到的**就是0.0.0.0**，子网掩码也是**0.0.0.0**，

实战演示

- 实战1: 本地环回地址
- 实战2: 给本网段发送广播



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 10.7.10.255 -t
C:\Users\han>ping 10.7.10.255 -t

正在 Ping 10.7.10.255 具有 32 字节的数据:
来自 10.7.10.242 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.7.10.154 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 10.7.10.240 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.7.10.154 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 10.7.10.154 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 10.7.10.154 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 10.7.10.242 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.7.10.240 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.7.10.154 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 10.7.10.242 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.7.10.246 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
```

5.4私网地址和公网地址

■5.4.1公网地址

■5.4.2私网地址

5.4.1 公网地址

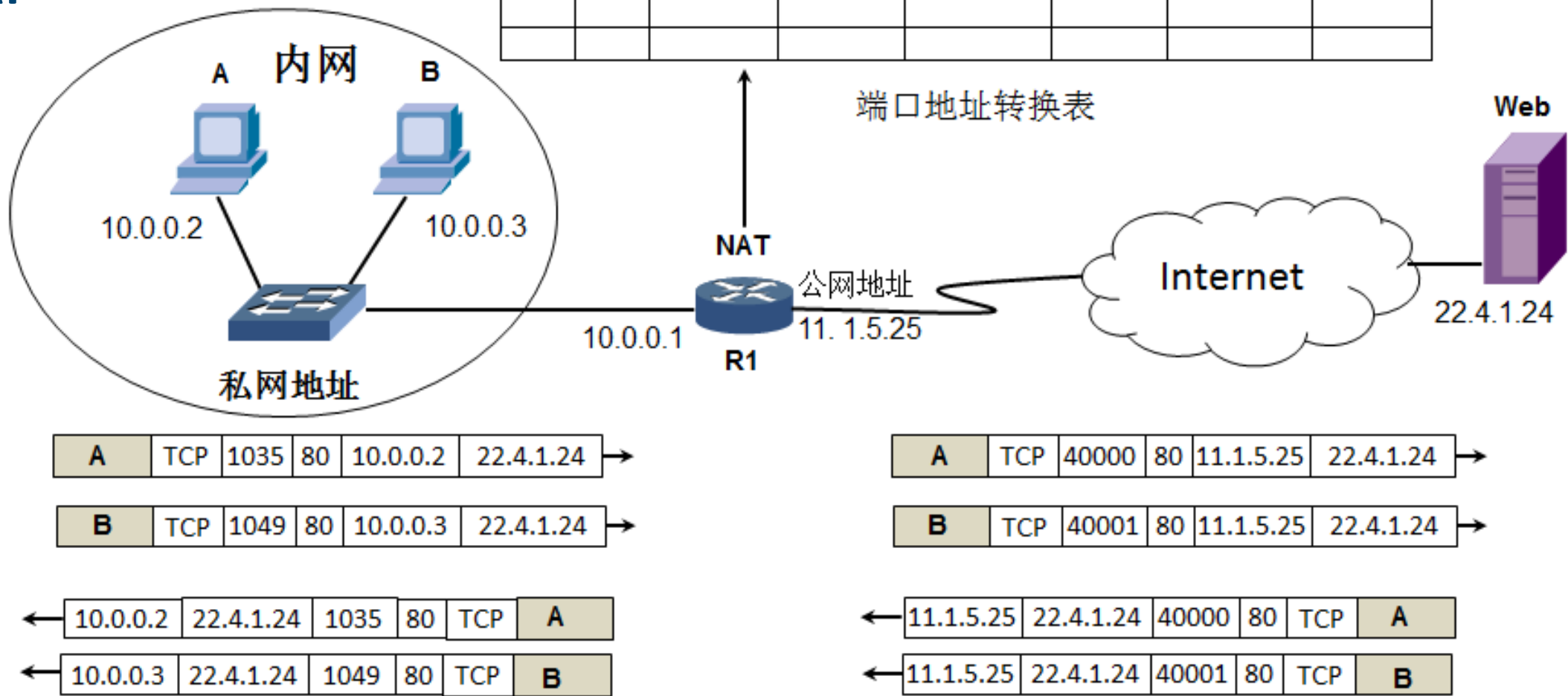
- 公有地址分配和管理由Inter NIC
(Internet Network Information Center 因特网信息中心) 负责。
各级ISP使用的公网地址都需要向Inter NIC提出申请，有Inter NIC统一发放，这样就能确保地址块不冲突。
- 公网地址全球统一规划，网段不能冲突和叠加。

5.4.2私网地址

- 创建IP寻址方案的人也创建了私网IP地址。这些地址可以被用于私有网络，在Internet没有这些IP地址，Internet上的路由器也没有到私有网络的路由表。
- 下面是保留的私网地址。
 - A类：10.0.0.0 255.0.0.0，保留了一个A类网络。
 - B类：172.16.0.0 255.255.0.0～172.31.0.0 255.255.0.0，保留了16个B类网络。
 - C类：192.168.0.0 255.255.255.0～192.168.255.0 255.255.255.0，保留了256个C类网络。

5.4.2私网地址

■私网地址访问Internet需要 NAT或PAT

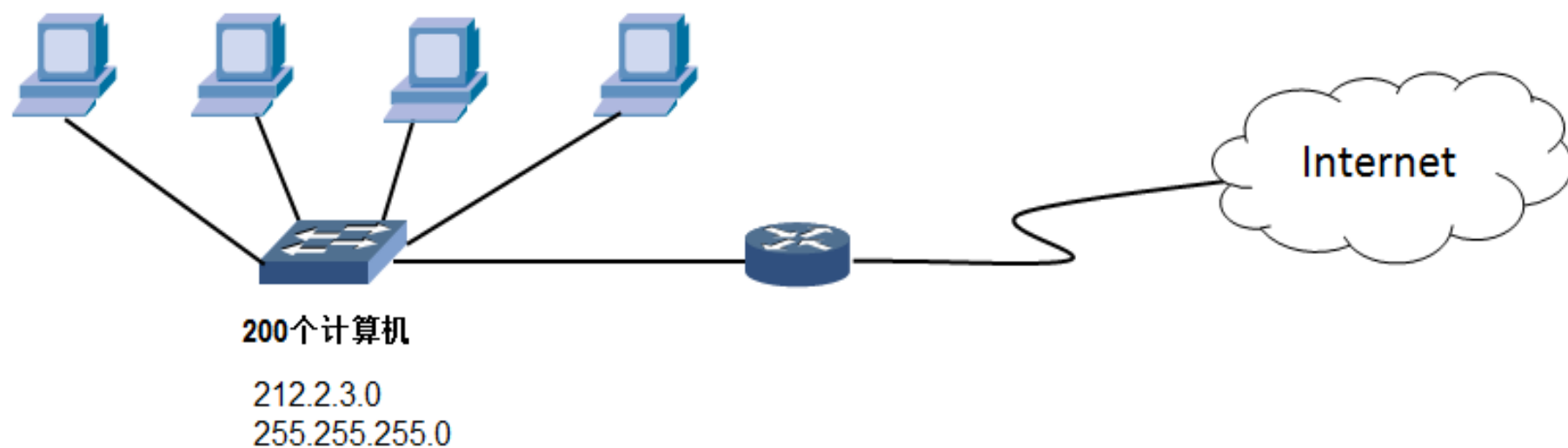


5.5子网划分

- 5.5.1地址浪费
- 5.5.2等长子网划分
- 5.5.3 B类网络子网划分
- 5.5.4 A类地址子网划分

5.5.1地址浪费

- 按着IP地址传统的分类方法，一个网段有200台计算机，分配一个C类网络，212.2.3.0 255.255.255.0，可用的地址范围212.2.3.1—212.2.3.254，虽然没有全部用完，这种情况还不算是极大浪费。
- 如果一个网络中有400台计算机，分配一个C类网络，地址就不够用了，那就分配一个B类网络，131.107.0.0 255.255.0.0，该B类网络可用的地址范围131.107.0.1—131.107.255.254，一共有56634个地址可用，这就造成了极大浪费。

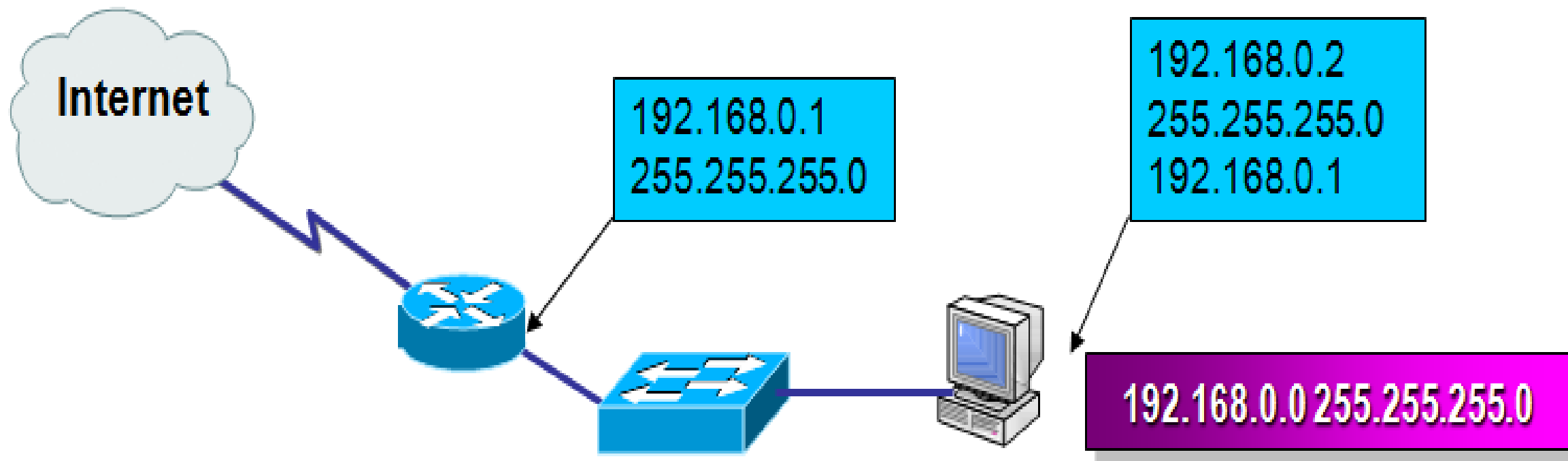


5.5.2等长子网划分

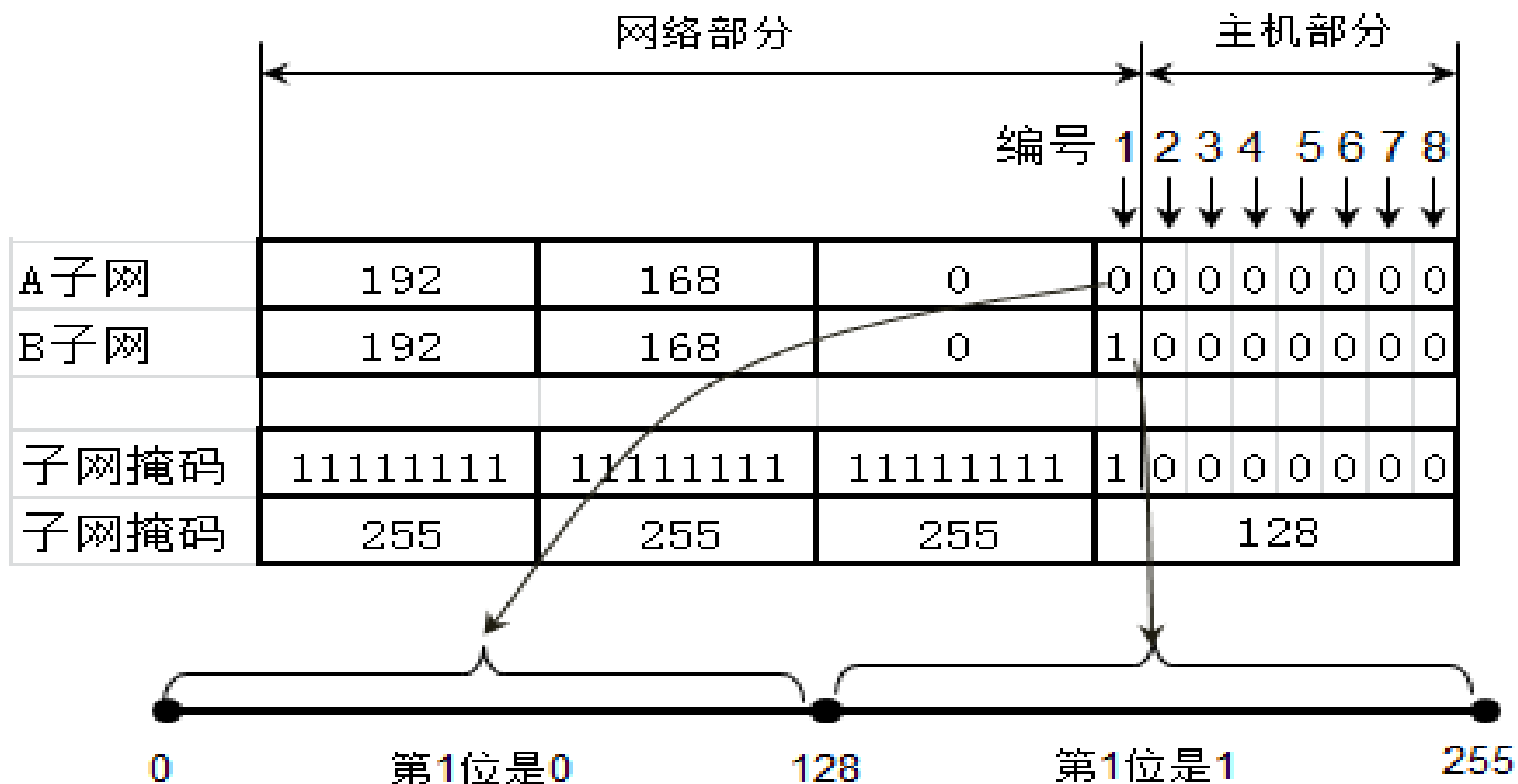
- 子网划分，就是借用现有网段的主机位做子网位，划分出多个子网。子网划分的任务包括两部分：
- 等长子网划分就是将一个网段等分成多个网段，也就是等分成多个子网。
 - 确定子网掩码的长度。
 - 确定子网中第一个可用的IP地址和最后一个可用的IP地址。

5.5.2等长子网划分

■等分成两个子网



(1) 等分成两个子网

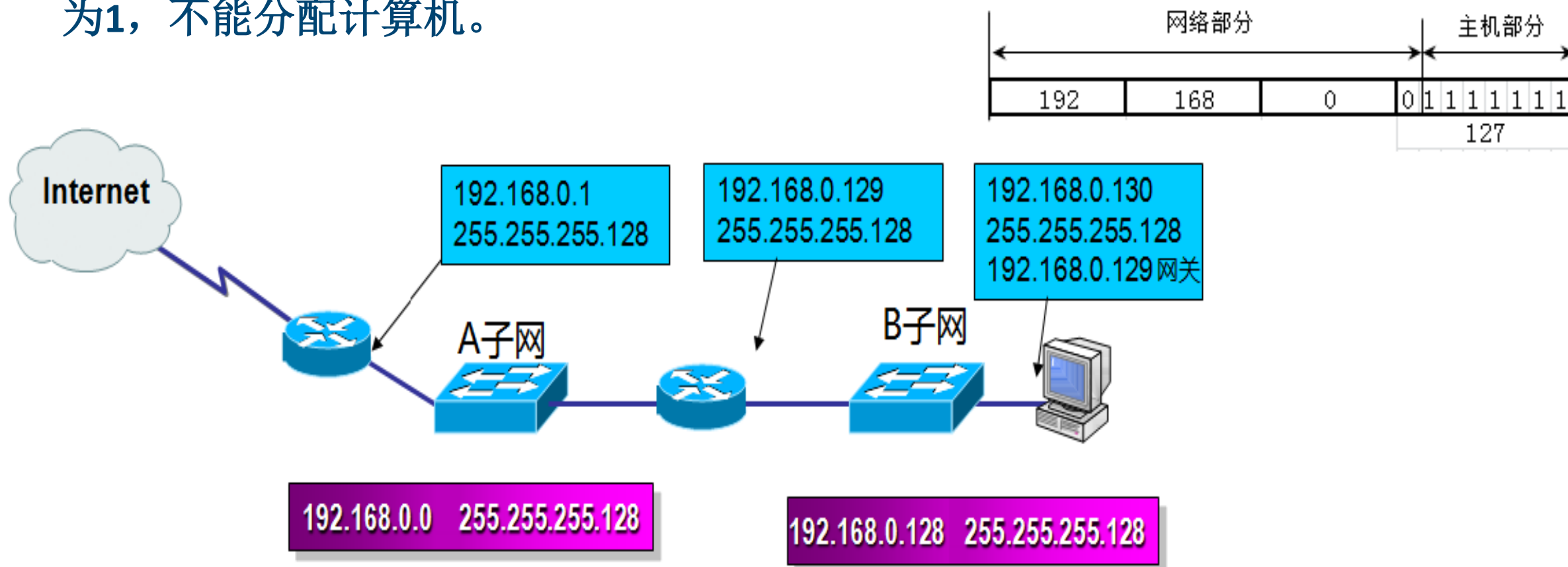


规律：如果一个子网是原来网络 $\frac{1}{2}$ ，子网掩码往后移1位。

(1) 等分成两个子网

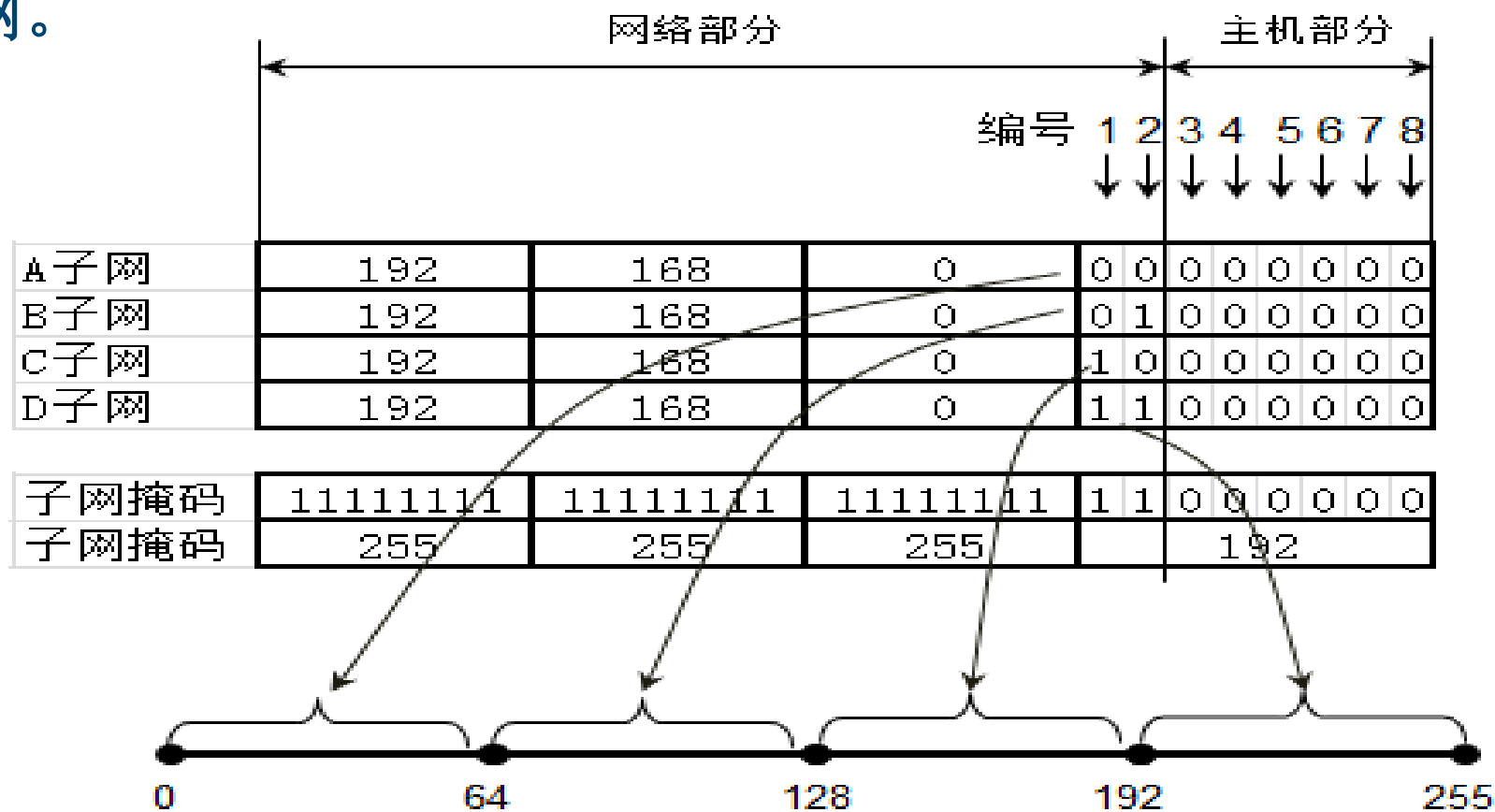
■ A和B两个子网的子网掩码都为255.255.255.128。

■ A子网可用的地址范围为192.168.0.1~192.168.0.126，IP地址192.168.0.0由于主机位全为0，不能分配给计算机使用，如图5-36所示，192.168.0.127由于其主机位全为1，不能分配计算机。



(2) 等分成四个子网

- 要想分成4个子网，你需要将子网掩码往右移动两位，这样第1位和第2位就变为网络位。你就可以分成4个子网，第1位和第2位为00是A子网，01是B子网，10是C子网，11是D子网。



规律：如果一个子网是原来网络 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ ，子网掩码往后移2位。

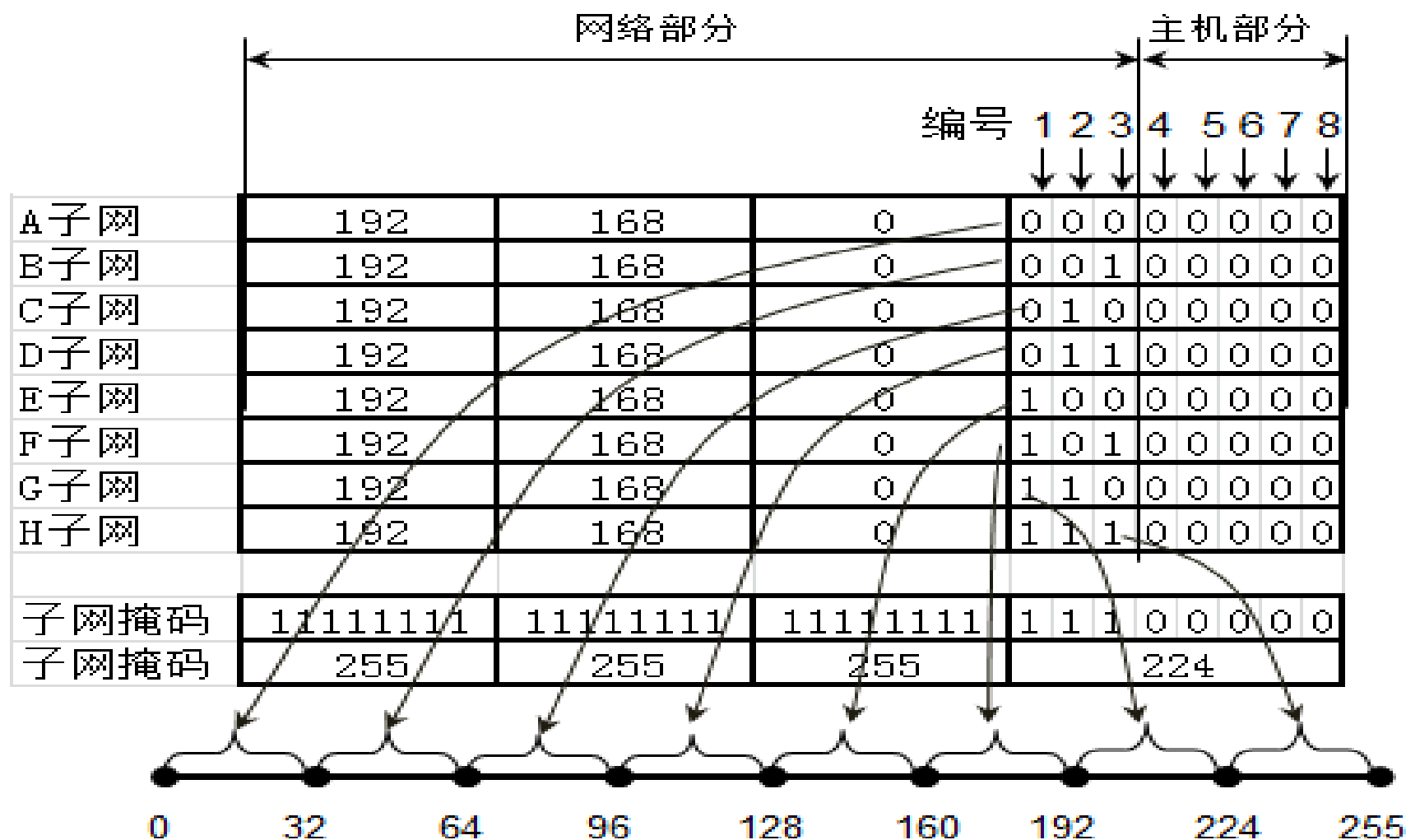
(2) 等分成四个子网

- 每个子网的最后一个地址都是本子网的广播地址，不能分配给计算机使用，的A子网的63、B子网的127、C子网的191和D子网的255。

	网络部分				主机位全1
A子网	192	168	0	0 0	1 1 1 1 1 1
					63
B子网	192	168	0	0 1	1 1 1 1 1 1
					127
C子网	192	168	0	1 0	1 1 1 1 1 1
					191
D子网	192	168	0	1 1	1 1 1 1 1 1
					255
子网掩码	11111111	11111111	11111111	1 1	0 0 0 0 0 0
子网掩码	255	255	255		192

(3) 等分为八个子网

- 把一个C类网络等分成8个子网，如图5-40所示，子网掩码需要往右移3位。才能划分出8个子网，第1位、第2位和第3位都变成网络位。



规律：如果一个子网是原来网络 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ ，子网掩码往后移3位。

5.5.3 B类网络子网划分

■将131.107.0.0 255.255.0.0等分成2个子网。子网掩码往右移动1位，就能等分成两个子网。

	网络部分								主机部分							
A子网	131	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B子网	131	107	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
子网掩码	11111111	11111111	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
子网掩码	255	255		128								0				

5.5.3 B类网络子网划分

	网络部分										主机部分															
A子网第一个可用的地址	131	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								
	131	107		0								1														
A子网最后一个可用的地址	131	107	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0								
	131	107		127								254														

	网络部分										主机部分															
B子网第一个可用的地址	131	107	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1								
	131	107		128								1														
B子网最后一个可用的地址	131	107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0								
	131	107		255								254														

5.5.4 A类地址子网划分

■A类网络42.0.0.0 255.0.0.0等分成4个子网为例，写出各个子网的第一个和最后一个可用的IP地址。

	网络部分								主机部分																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
A子网	42	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

每个子网第一个和最后一个可用地址

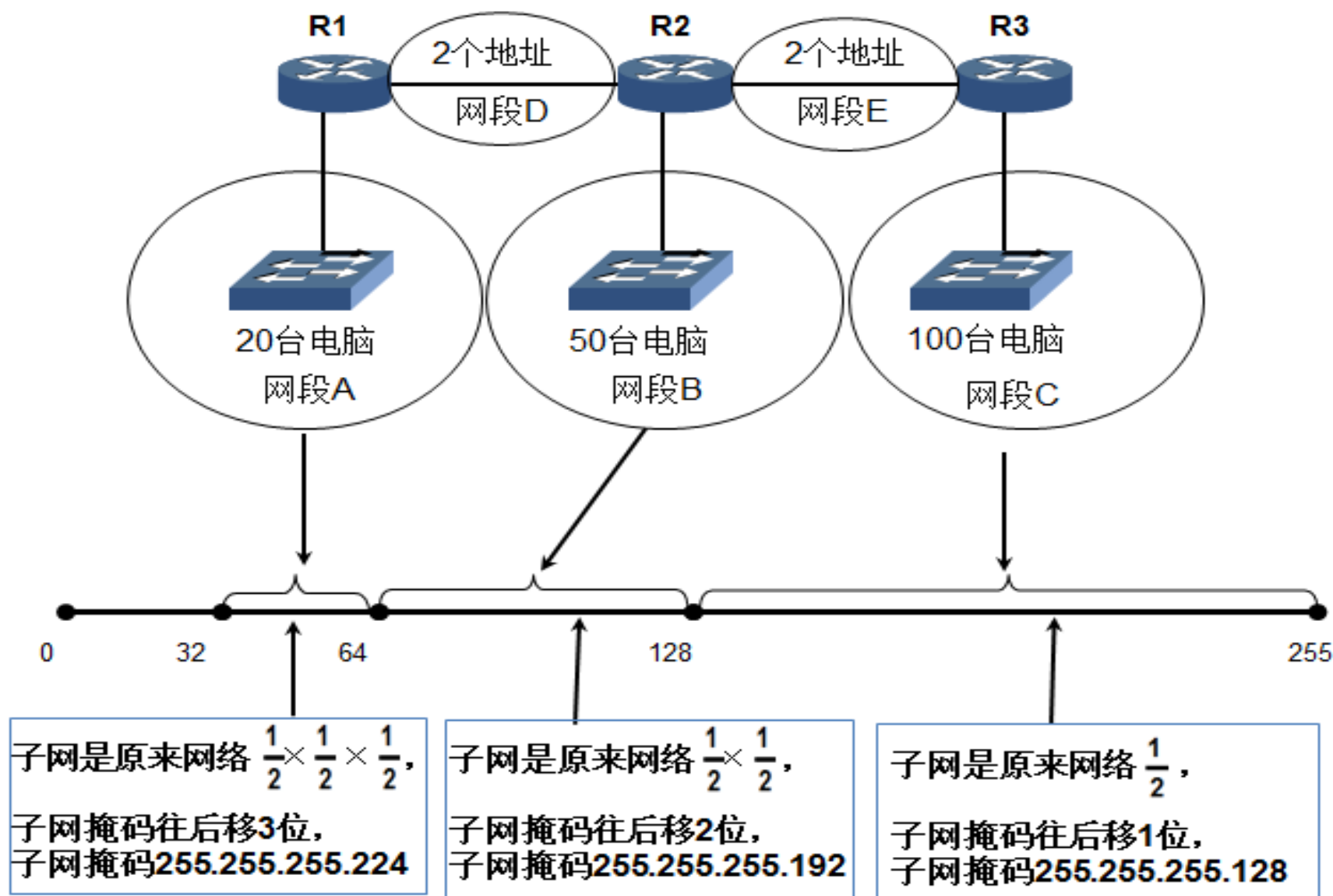
	网络部分		主机部分											
A子网第一个可用的地址	42	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1
	42		0		0									1
A子网最后一个可用的地址	42	0 0	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0
	42		63		255									254
B子网第一个可用的地址	42	0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1
	42		64		0									1
B子网最后一个可用的地址	42	0 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0
	42		127		255									254
C子网第一个可用的地址	42	1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1
	42		128		0									1
C子网最后一个可用的地址	42	1 0	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0
	42		191		255									254
D子网第一个可用的地址	42	1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	1
	42		192		0									1
D子网最后一个可用的地址	42	1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0
	42		255		255									254

5.6变长子网划分

- 5.6.1变长子网划分
- 5.6.2点到点网络的子网掩码
- 5.6.3子网掩码另一种表示方法-CIDR
- 5.6.4判断IP地址所属的网段
- 5.6.5子网划分需要注意几个问题

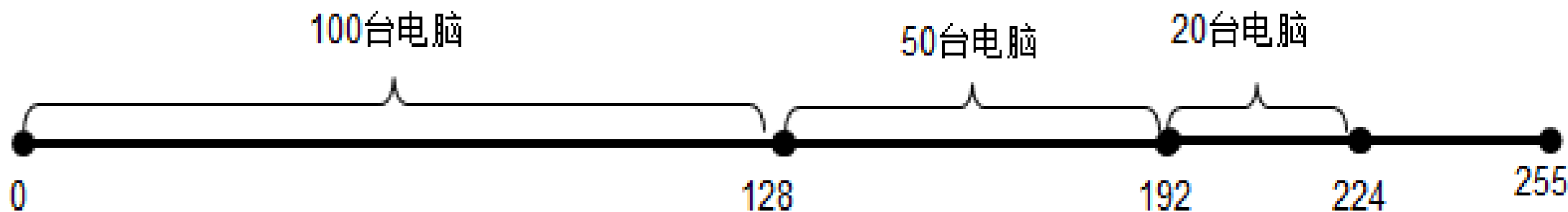
5.6.1变长子网划分

- 每个子网的子网掩码取决于该地址块是除了几次2的到的。
- 除一次2，子网掩码增加一位1。



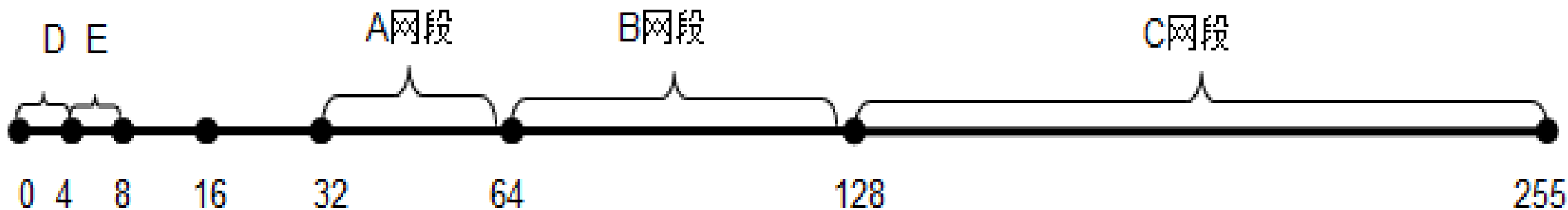
变长子网划分规律

- 规律：如果一个子网地址块是原来网段的 $(\frac{1}{2})^n$ ，子网掩码就在原网段的基础上后移n位，不等长子网，子网掩码也不同。



5.6.2点到点网络的子网掩码

- 每个子网是原来网络的 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ 也就是 $(\frac{1}{2})^6$
- 子网掩码向后移动6位，
11111111.11111111.11111111.11111100写成十进制子网掩码
也就是255.255.255.252。



5.6.3子网掩码另一种表示方法-CIDR

- IP地址有“类”的概念，A类地址默认子网掩码255.0.0.0、B类地址默认子网掩码255.255.0.0、C类地址默认子网掩码255.255.255.0。等长子网划分和变长子网划分，打破了IP地址“类”的概念，子网掩码也打破了字节的限制，这种子网掩码被称为VLSM（Variable Length Subnet Masking，可变长子网掩码）
- 这种方式的也可以使得Internet上的路由器路由表大大精简，被称为CIDR（无类域间路由，Classless Inter-Domain Routing），子网掩码中1的个数被称为CIDR值。

子网掩码的二进制写法以及相对应的CIDR的斜线表示

■二进制子网掩码	子网掩码	CIDR值
■11111111. 00000000. 00000000.00000000	255.0.0.0	/8
■11111111. 10000000. 00000000.00000000	255.128.0.0	/9
■11111111. 11000000. 00000000.00000000	255.192.0.0	/10
■11111111. 11100000. 00000000.00000000	255.224.0.0	/11
■11111111. 11110000. 00000000.00000000	255.240.0.0	/12
■11111111. 11111000. 00000000.00000000	255.248.0.0	/13
■11111111. 11111100. 00000000.00000000	255.252.0.0	/14
■11111111. 11111110. 00000000.00000000	255.254.0.0	/15
■11111111. 11111111. 00000000.00000000	255.255.0.0	/16
■11111111. 11111111. 10000000.00000000	255.255.128.0	/17
■11111111. 11111111. 11000000.00000000	255.255.192.0	/18

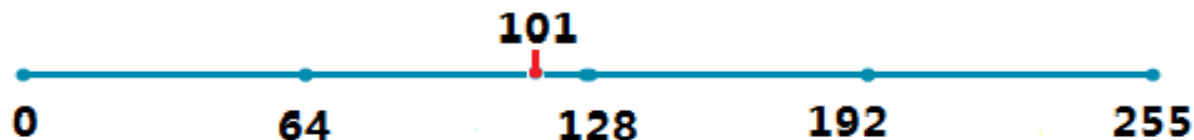
子网掩码的二进制写法以及相对应的CIDR的斜线表示2

■	二进制子网掩码	子网掩码	CIDR值
■	11111111. 11111111. 11100000.00000000	255.255.224.0	/19
■	11111111. 11111111. 11110000.00000000	255.255.240.0	/20
■	11111111. 11111111. 11111000.00000000	255.255.248.0	/21
■	11111111. 11111111. 11111100.00000000	255.255.252.0	/22
■	11111111. 11111111. 11111110.00000000	255.255.254.0	/23
■	11111111. 11111111. 11111111.00000000	255.255.255.0	/24
■	11111111. 11111111. 11111111.10000000	255.255.255.128	/25
■	11111111. 11111111. 11111111.11000000	255.255.255.192	/26
■	11111111. 11111111. 11111111.11100000	255.255.255.224	/27
■	11111111. 11111111. 11111111.11110000	255.255.255.240	/28
■	11111111. 11111111. 11111111.11111000	255.255.255.248	/29
■	11111111. 11111111. 11111111.11111100	255.255.255.252	/30

5.6.4判断IP地址所属的网段1

- IP地址中主机位归0就是该主机所在的网段。
- 判断192.168.0.101/26所属的子网。

192.168.0.101/26



主机地址: 192.168.0.101

主机地址: 11000000 10101000 00000000 01100101

网络掩码: 11111111 11111111 11111111 11000000

子网地址: 11000000 10101000 00000000 01000000

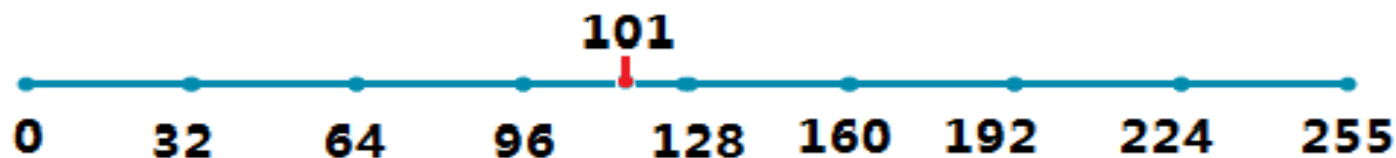
子网地址: 192.168.0.64

主机位归零

5.6.4判断IP地址所属的网段1

■判断192.168.0.101/27所属的子网。

192.168.0.101/27



主机地址: 192.168.0.101

主机地址: 11000000 10101000 00000000 01100101

网络掩码: 11111111 11111111 11111111 11100000

子网地址: 11000000 10101000 00000000 01100000

子网地址: 192.168.0.96

主机位归零

总结

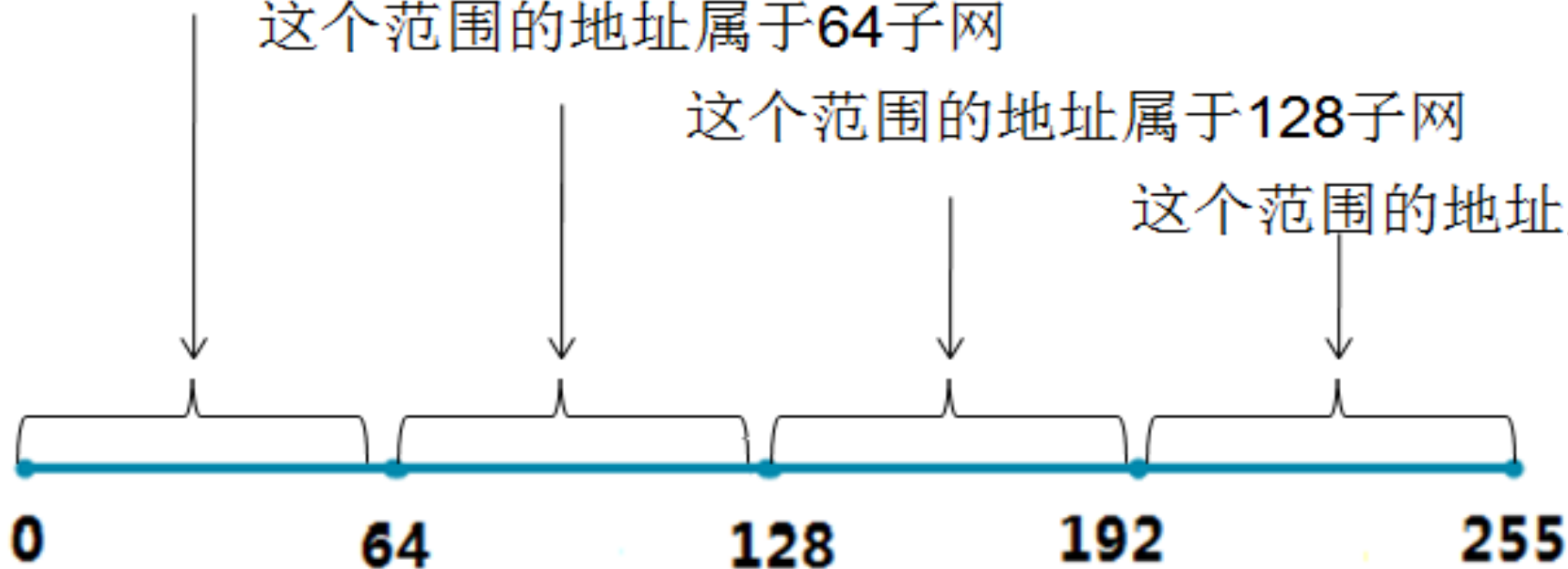
■判断一个地址属于哪个网段

这个范围的地址属于0子网

这个范围的地址属于64子网

这个范围的地址属于128子网

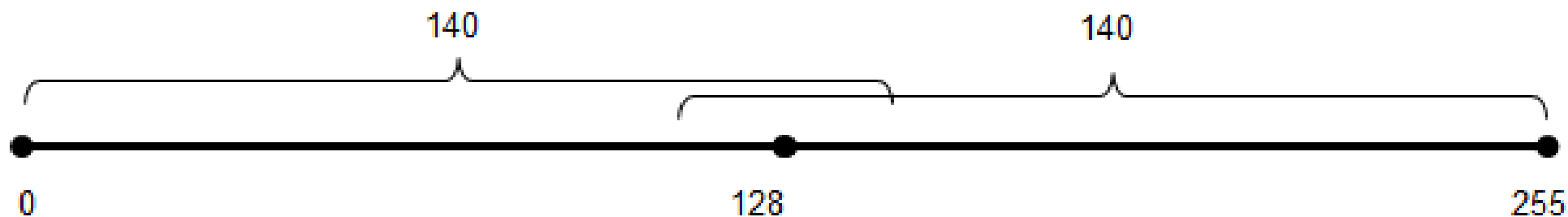
这个范围的地址属于192子网



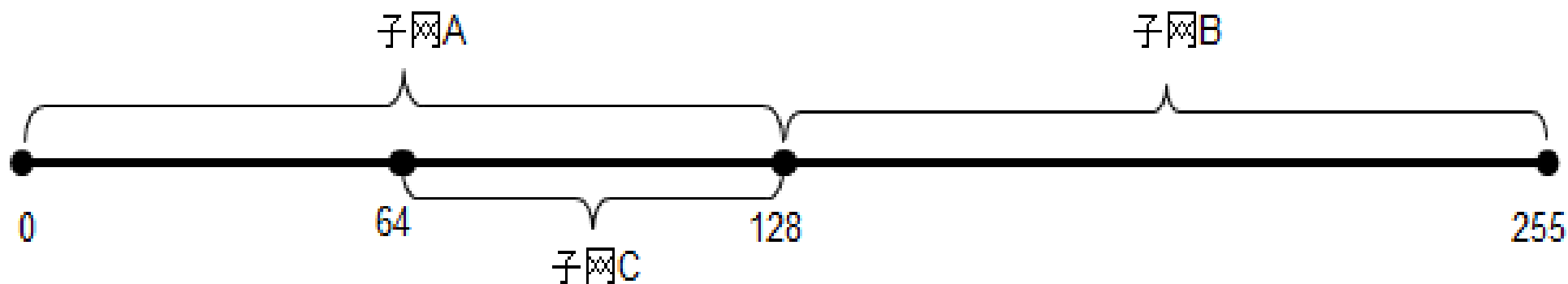
5.6.5子网划分需要注意几个问题

■子网划分需要注意的几点：

- 将一个网络等分成2个子网，每个子网肯定是原来的一半。



- 子网地址范围不可重叠

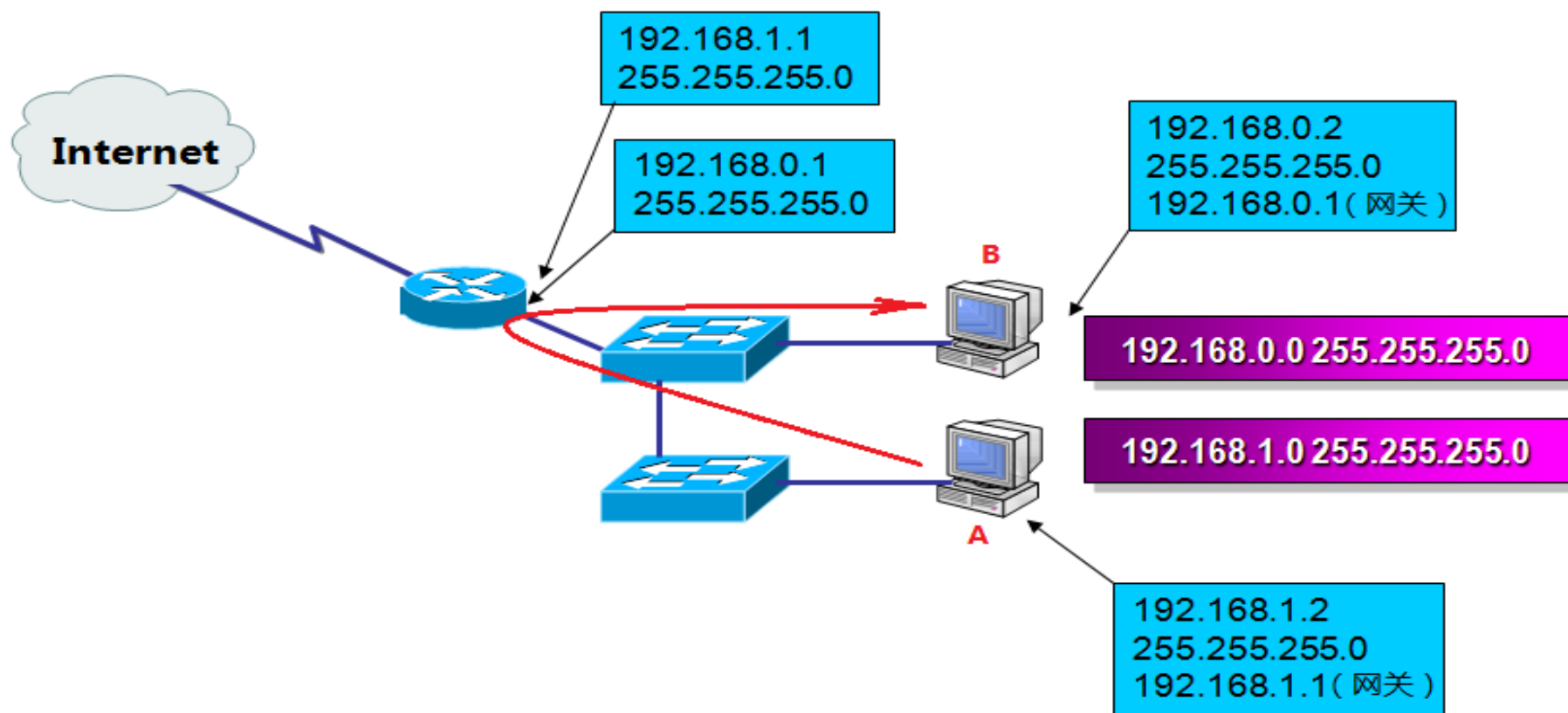


5.7超网合并网段

- 5.7.1合并网段
- 5.7.2不是任何连续的网段都能合并
- 5.7.3哪些连续的网段能够合并
- 5.7.4网段合并的规律
- 5.7.5判断一个网段是超网还是子网

5.7.1 合并网段

- 某企业有一个网段，该网段有200台计算机，使用192.168.0.0 255.255.255.0网段，后来计算机数量增加到400台。



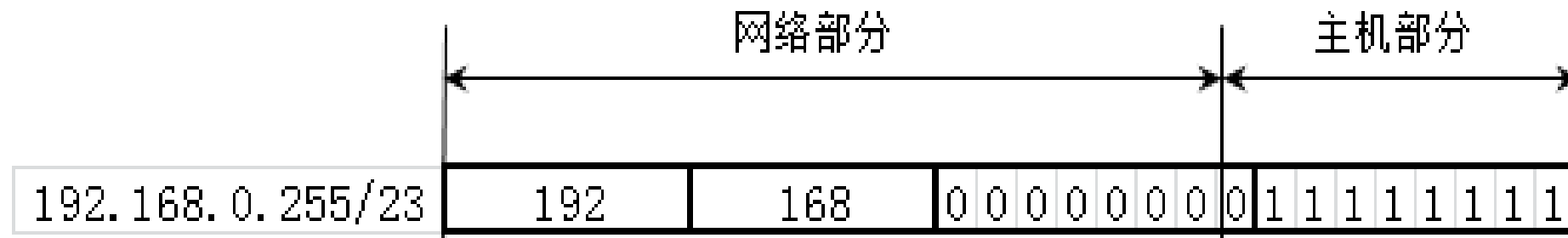
5.7.1 合并网段

- 有没有更好的办法，让这两个C类网段的计算机认为在一个网段？这就需要将192.168.0.0/24和192.168.1.0/24 两个C类网络合并。

	网络部分										主机部分							
192.168.0.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192.168.1.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
子网掩码	255	255	254								0							

合并网段的规律

■合并之后，IP地址**192.168.0.255/23**就可以给计算机使用。



■规律：子网掩码往左移1位，能够合并两个连续的网段，但不是任何连续的网段都能合并。

5.7.2不是任何连续的网段都能合并

- 192.168.1.0/24和192.168.2.0/24 两个网段就不能通过向前移动一位子网掩码而合并。

	网络部分										主机部分							
192.168.1.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
192.168.2.0	192	168	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
子网掩码	255	255	254								0							

- 移动两位能够合并成一个网段，实际上合并了4个网段。

又，实际上合

网段。

	网络部分									主机部分							
192.168.0.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
192.168.1.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
192.168.2.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
192.168.3.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
子网掩码	255	255	252								0						

5.7.3 哪些连续的网段能够合并

■判断两个子网是否能够合并。

	网络部分								主机部分							
192.168.0.0/24	192	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192.168.1.0/24	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

	网络部分								主机部分							
192.168.2.0/24	192	168	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
192.168.3.0/24	192	168	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

■结论：判断连续的2个网段是否能够合并，只要第一个网络号能被2整除，就能够通过左移1位子网掩码合并。

思考

- **131.107.31.0/24和131.107.32.0/24是否能够左移1位子网掩码合并？**
- **131.107.142.0/24和131.107.143.0/24是否能够左移1位子网掩码合并？**

(2) 判断4个网段是否能合并

	网络部分							主机部分						
192.168.0.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192.168.1.0	192	168	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
192.168.2.0	192	168	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
192.168.3.0	192	168	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
子网掩码	255	255	252							0				

	网络部分							主机部分						
192.168.4.0/24	192	168	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
192.168.5.0/24	192	168	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
192.168.6.0/24	192	168	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
192.168.7.0/24	192	168	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
子网掩码	255	255	252							0				

(2) 判断4个网段是否能合并

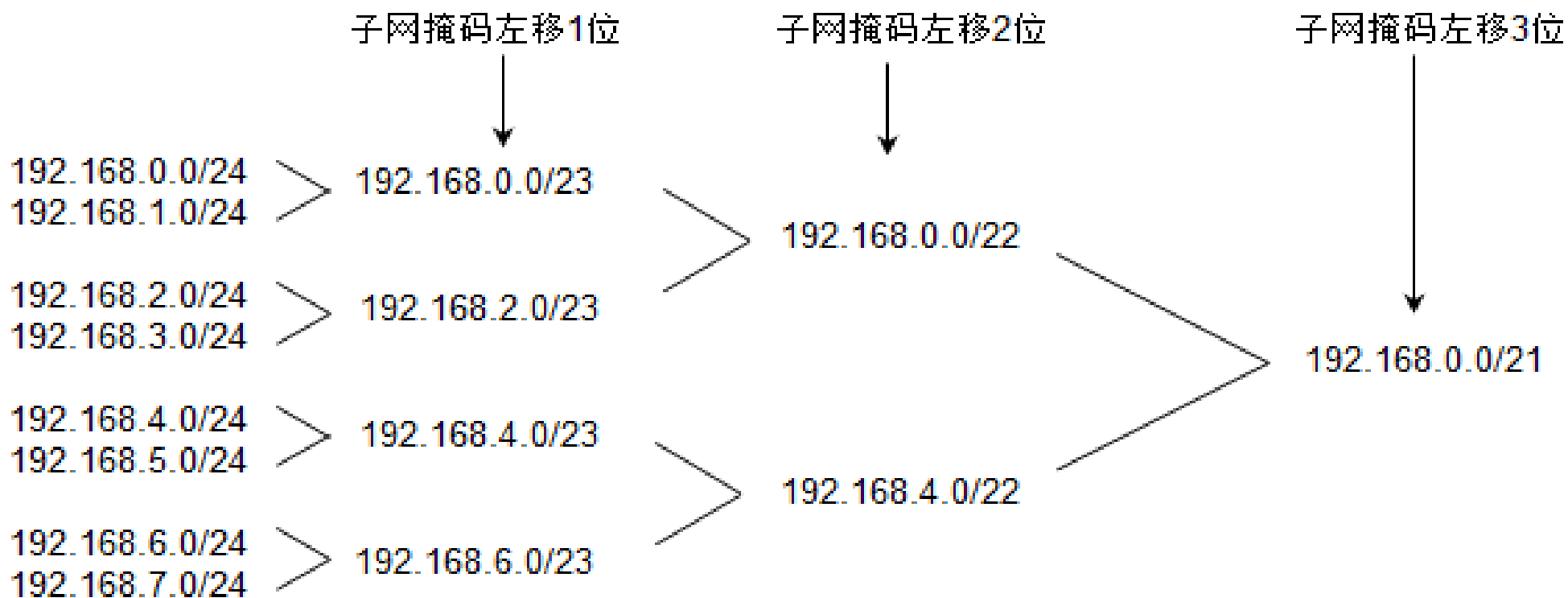
- 规律：要合并连续的四个网络，只要第一个网络的网络号写成二进制后面两位是00，这四个网段就能合并，根据5.1.2讲到的二进制数的规律，只要一个数能够被4整除，写成二进制最后两位肯定是00。
- 结论：判断连续的4个网段是否能够合并，只要第一个网络号能被4整除，就能够通过左移2位子网掩码合并将这4个网段合并。
- 依次类推，要想判断连续的8个网段是否能够合并，只要第一个网络号能被8整除，这8个连续的网段就能够通过左移3位子网掩码合并。

思考

- 判断131.107.232.0/24、131.107.233.0/24、131.107.234.0/24和131.107.235.0/24这四个网段是否能够左移2位子网掩码合并成一个网段。

5.7.4 网段合并的规律

- 网段合并的规律，子网掩码左移**1**位能够将能够合并两个网段，左移**2**位，能够合并四个网段，左移**3**位，能够合并**8**个网段。



5.7.5 判断一个网段是超网还是子网

- 通过左移子网掩码合并多个网段，右移子网掩码将一个网段划分成多个子网，使得IP地址打破了传统的A类、B类、C类的界限。
- 判断一个网段到底是子网还是超网，就要看该网段是A类网络、还是B类网络、还是C类网络，默认A类子网掩码/8，B类子网掩码是/16，C类子网掩码是/24。
- 如果该网段的子网掩码比默认子网掩码长，就是子网，如果该网段的子网掩码比默认子网掩码短，则是超网。

思考

- **12.3.0.0/16**这是A类网络还是C类网络呢？是超网还是子网呢？
- IP地址的第一部分是**12**，这是一个A类网络，A类地址默认子网掩码是/8，该网络的子网掩码是/16，比默认子网掩码长，所以说这是A类网的一个子网。
- **222.3.0.0/16**这是C类网络还是B类网络呢？是超网还是子网呢？