

# MAC地址\_IP地址

@M了个J  
李明杰

<https://github.com/CoderMJLee>

<https://space.bilibili.com/325538782>



实力IT教育 www.520it.com



# MAC地址

■ 每一个网卡都有一个6字节 (48bit) 的MAC地址 (Media Access Control Address)

■ 全球唯一，固化在了网卡的ROM中，由IEEE802标准规定

□ 前3字节: OUI (Organizationally Unique Identifier) , 组织唯一标识符

✓ 由IEEE的注册管理机构分配给厂商

□ 后3字节: 网络接口标识符

✓ 由厂商自行分配

组织唯一标识符	网络接口标识符
40-55-82	0A-8C-6D

■ OUI查询

□ <http://standards-oui.ieee.org/oui.txt>

□ <https://mac.51240.com/>

# MAC地址的表示格式

- Windows

- 40-55-82-0A-8C-6D

- Linux、Android、Mac、iOS

- 40:55:82:0A:8C:6D

- Packet Tracer

- 4055.820A.8C6D

- 当48位全为1时，代表广播地址

- FF-FF-FF-FF-FF-FF

# MAC地址操作

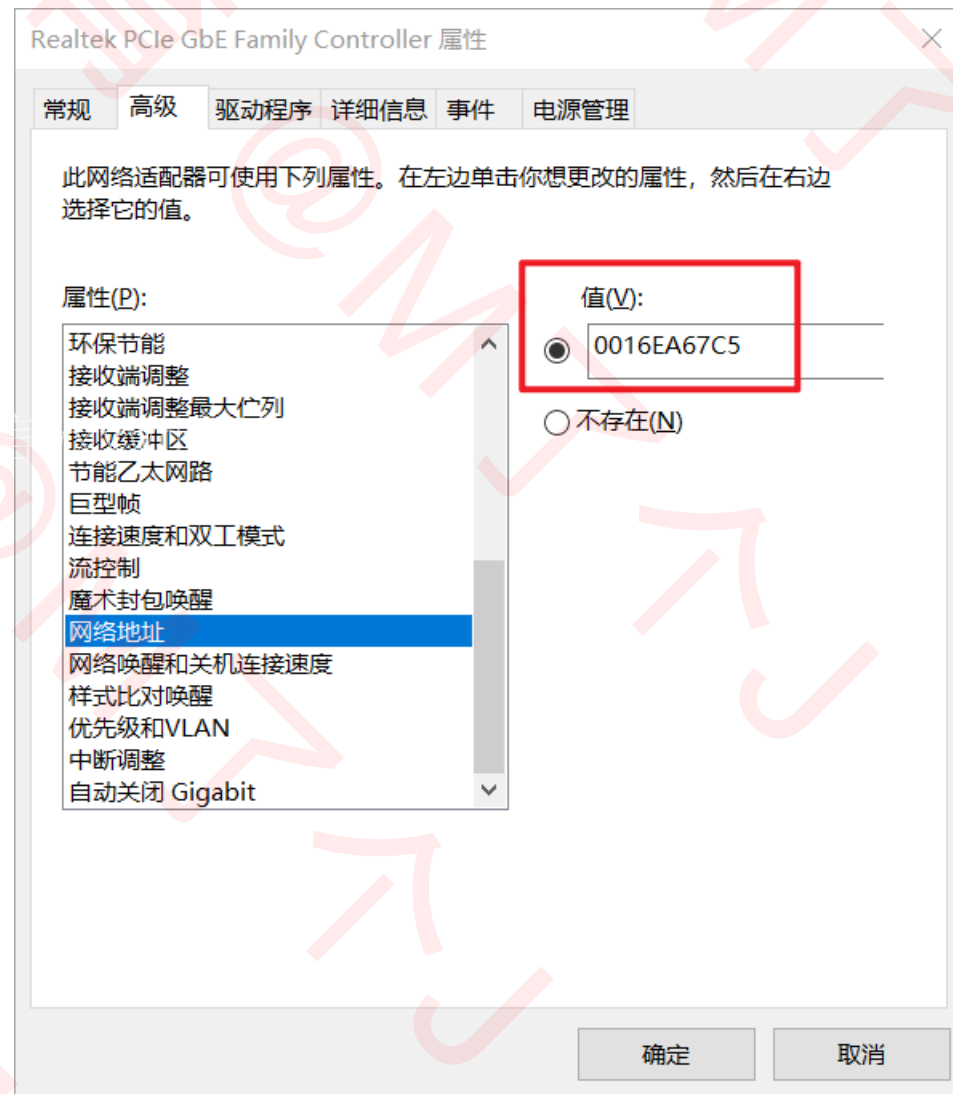
■ 查看MAC地址: `ipconfig /all`

■ 修改MAC地址

□ 更改适配器选项 - 属性 - 配置 - 高级 - 网络地址

□ 填写的时候需要把减号 (-) 去掉

■ 有时可以通过修改MAC地址蹭网



# MAC地址的获取

■ 当不知道对方主机的MAC地址时，可以通过发送ARP广播获取对方的MAC地址

□ 获取成功后，会缓存IP地址、MAC地址的映射信息，俗称：ARP缓存

□ 通过ARP广播获取的MAC地址，属于动态（dynamic）缓存

✓ 存储时间比较短（默认是2分钟），过期了就自动删除

## ■ 相关命令

□ `arp -a [主机地址]`：查询ARP缓存

□ `arp -d [主机地址]`：删除ARP缓存

□ `arp -s 主机地址 MAC地址`：增加一条缓存信息（这是静态缓存，存储时间较长，不同系统的存储时间不同）

# ARP

- ARP (**A**ddress **R**esolution **P**rotocol), 译为: 地址解析协议

- 通过IP地址获取MAC地址

- RARP (**R**everse **A**ddress **R**esolution **P**rotocol), 译为: 逆地址解析协议

- 使用与ARP相同的报头结构

- 作用与ARP相反, 用于将MAC地址转换为IP地址

- 后来被BOOTP、DHCP所取代

# ICMP

- ICMP (**I**nternet **C**ontrol **M**essage **P**rotocol) , 译为: 互联网控制消息协议
- IPv4中的ICMP被称作ICMPv4, IPv6中的ICMP则被称作ICMPv6
- 通常用于返回错误信息
  - ✓ 比如TTL值过期、目的不可达
- ICMP的错误消息总是包括了源数据并返回给发送者

- IP地址 (Internet Protocol Address) : 互联网上的每一个主机都有一个IP地址
  - 最初是IPv4版本, 32bit (4字节), 2019年11月25日, 全球的IP地址已经用完
  - 后面推出了IPv6版本, 128bit (16字节)
- 以后课件中不指定版本, 默认就是IPv4版本, 后面再单独讨论IPv6

1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 1010
第1部分	第2部分	第3部分	第4部分
1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 1010
192	168	1	10



# IP地址的组成

- IP地址由2部分组成：网络标识（网络ID）、主机标识（主机ID）
  - 通过子网掩码（subnet mask）可以得知网络ID、主机ID
- 主机所在的网段 = 子网掩码 & IP地址
  - 网段其实
- 计算机和其他计算机通信前，会先判断目标主机和自己是否在同一网段
  - 同一网段：不需要由路由器进行转发
  - 不同网段：交由路由器进行转发

# IP地址的分类

- A类地址：默认子网掩码是255.0.0.0

8bit	24bit
网络ID 0开头	主机ID

- B类地址：默认子网掩码是255.255.0.0

16bit	16bit
网络ID 10开头	主机ID

- C类地址：默认子网掩码是255.255.255.0

24bit	8bit
网络ID 110开头	主机ID

- D类地址：以1110开头，多播地址

- E类地址：以1111开头，保留为今后使用

- 只有A\B\C类地址才能分配给主机

- 主机ID为全0，表示主机所在的网段

- 主机ID为全1，表示主机所在网段的全部主机（广播）

- ✓ 可以尝试用ping给某个网段的全部主机发数据

# A类地址

网络ID								主机ID																							
第1部分								第2部分								第3部分								第4部分							
0																															
0~127								0~255								0~255								0~255							

## ■ 网络ID

❑ 0不能用，127作为保留网段。其中127.0.0.1是本地环回地址（Loopback），代表本机地址

❑ 可以分配给主机的

✓ 第1部分的取值范围是：1~126

## ■ 主机ID

❑ 第2、3、4部分的取值范围是：0~255

❑ 每个A类网络能容纳的最大主机数是： $256 * 256 * 256 - 2 = 2 \text{ 的 } 24 \text{ 次方} - 2 = 16777214$

# B类地址

网络ID								主机ID															
第1部分				第2部分				第3部分								第4部分							
1	0																						
128~191				0~255				0~255								0~255							

## ■ 网络ID

□ 可以分配给主机的

□ 第1部分的取值范围是：128~191

□ 第2部分的取值范围是：0~255

## ■ 主机ID

□ 第3、4部分的取值范围是：0~255

□ 每个B类网络能容纳的最大主机数是： $256 * 256 - 2 = 2 \text{ 的 } 16 \text{ 次方 } - 2 = 65534$

# C类地址

网络ID																主机ID												
第1部分						第2部分						第3部分						第4部分										
1	1	0																										
192~223						0~255						0~255						0~255										

## ■ 网络ID

□ 可以分配给主机的

□ 第1部分的取值范围是：192~223

□ 第2、3部分的取值范围是：0~255

## ■ 主机ID

□ 第4部分的取值范围是：0~255

□ 每个C类网络能容纳的最大主机数是： $256 - 2 = 254$

# D类地址、E类地址

■ D类地址：没有子网掩码，用于多播（组播）地址

□ 第1部分取值范围是：224~239

第1部分				第2部分				第3部分				第4部分			
1	1	1	0												
224~239				0~255				0~255				0~255			

■ E类地址：保留为今后使用

□ 第1部分取值范围是：240~255

第1部分				第2部分				第3部分				第4部分			
1	1	1	1												
240~255				0~255				0~255				0~255			

# 子网掩码的CIDR表示方法

- CIDR (Classless Inter-Domain Routing) : 无类别域间路由
- 子网掩码的CIDR表示方法
  - 192.168.1.100/24, 代表子网掩码有24个1, 也就是255.255.255.0
  - 123.210.100.200/16, 代表子网掩码有16个1, 也就是255.255.0.0
- 计算工具: <https://www.sojson.com/convert/subnetmask.html>

# 为什么要进行子网划分?

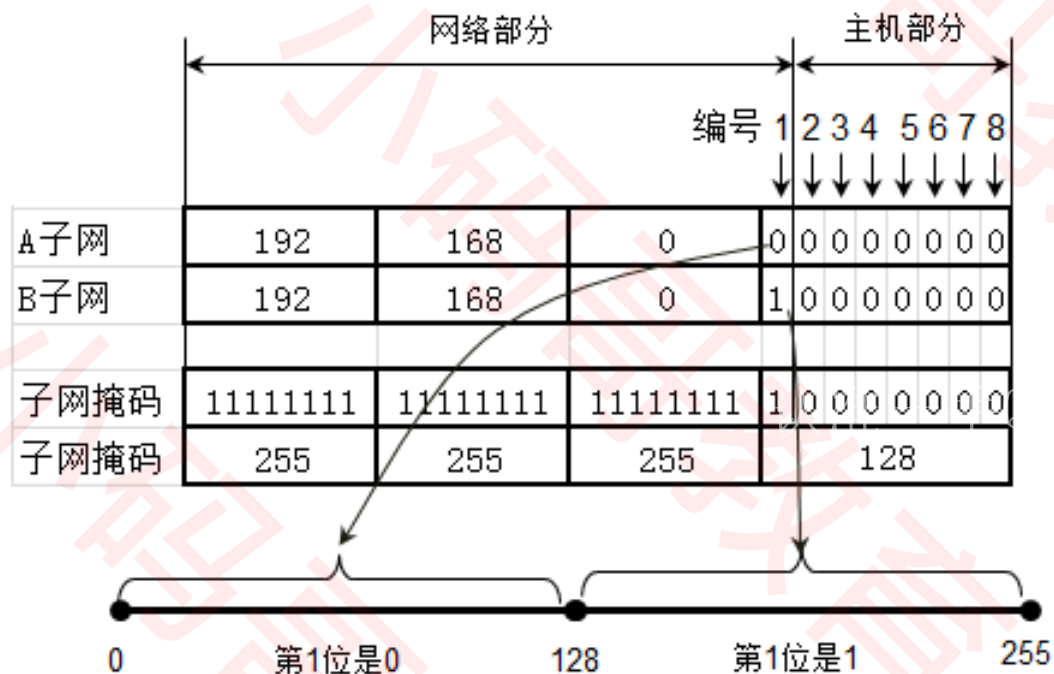
- 如果需要在同一个网段内，可以分配一个C类网段，比如192.168.1.0/24
  - 共254个可用IP地址：192.168.1.1~192.168.1.254
  - 多出54个空闲的IP地址，这种情况并不算浪费资源
- 如果需要在同一个网段内，那就分配一个B类网段，比如191.100.0.0/16
  - 共65534个可用IP地址：191.100.0.1~191.100.255.254
  - 多出65034个空闲的IP地址，这种情况属于极大的浪费资源
- 如何尽量避免浪费IP地址资源？
  - 合理进行子网划分



# 子网划分

- 子网划分：借用主机位作子网位，划分出多个子网
- 可用分为
  - 等长子网划分：将一个网段等分成多个子网，每个子网的可用IP地址数量是一样的
  - 变长子网划分：每个子网的可用IP地址数量可以是不一样的
- 子网划分器：<http://www.ab126.com/web/3552.html>
- 子网划分的步骤
  - 确定子网的子网掩码长度
  - 确定子网中第1个、最后1个主机可用的IP地址

# 等长子网划分 — 等分成2个子网



## ■ A子网

□ 子网掩码: 255.255.255.128/25

□ 主机可用IP地址: 192.168.0.1~192.168.0.126

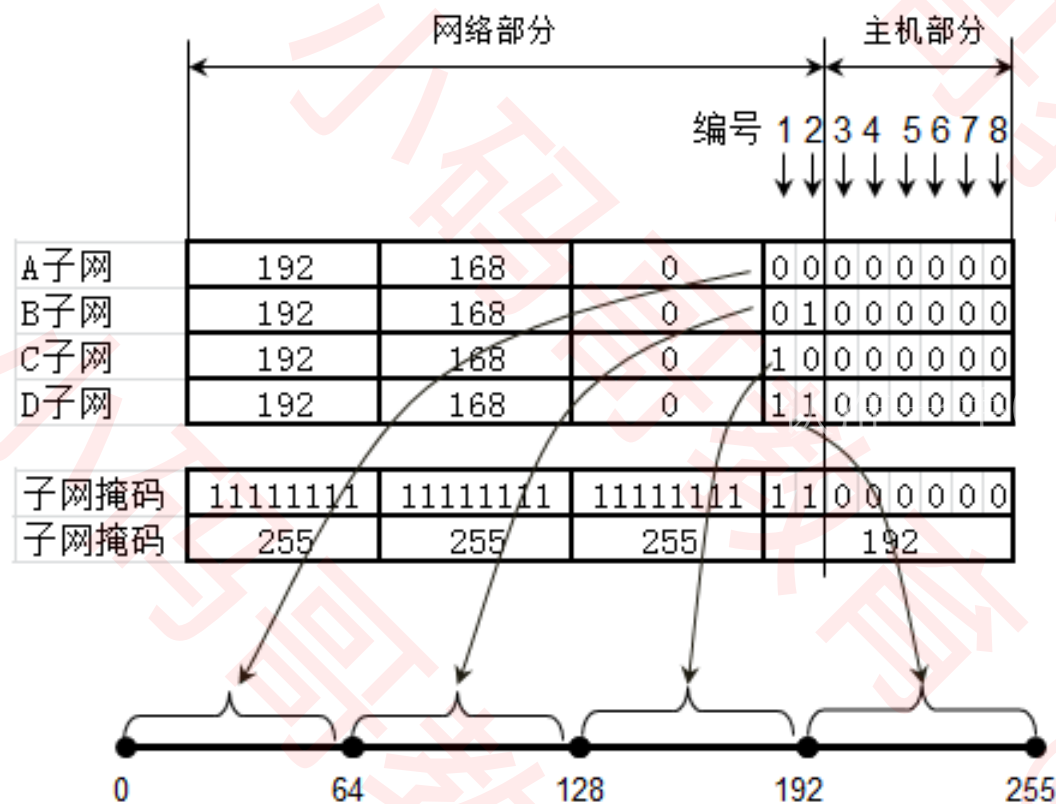
## ■ B子网

□ 子网掩码: 255.255.255.128/25

□ 主机可用IP地址: 192.168.0.129~192.168.0.254

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。

# 等长子网划分 — 等分成4个子网



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。

■ 4个子网的子网掩码都是：255.255.255.192/26

■ A子网的主机可用IP地址

□ 192.168.0.1~192.168.0.62

■ B子网的主机可用IP地址

□ 192.168.0.65~192.168.0.126

■ C子网的主机可用IP地址

□ 192.168.0.129~192.168.0.190

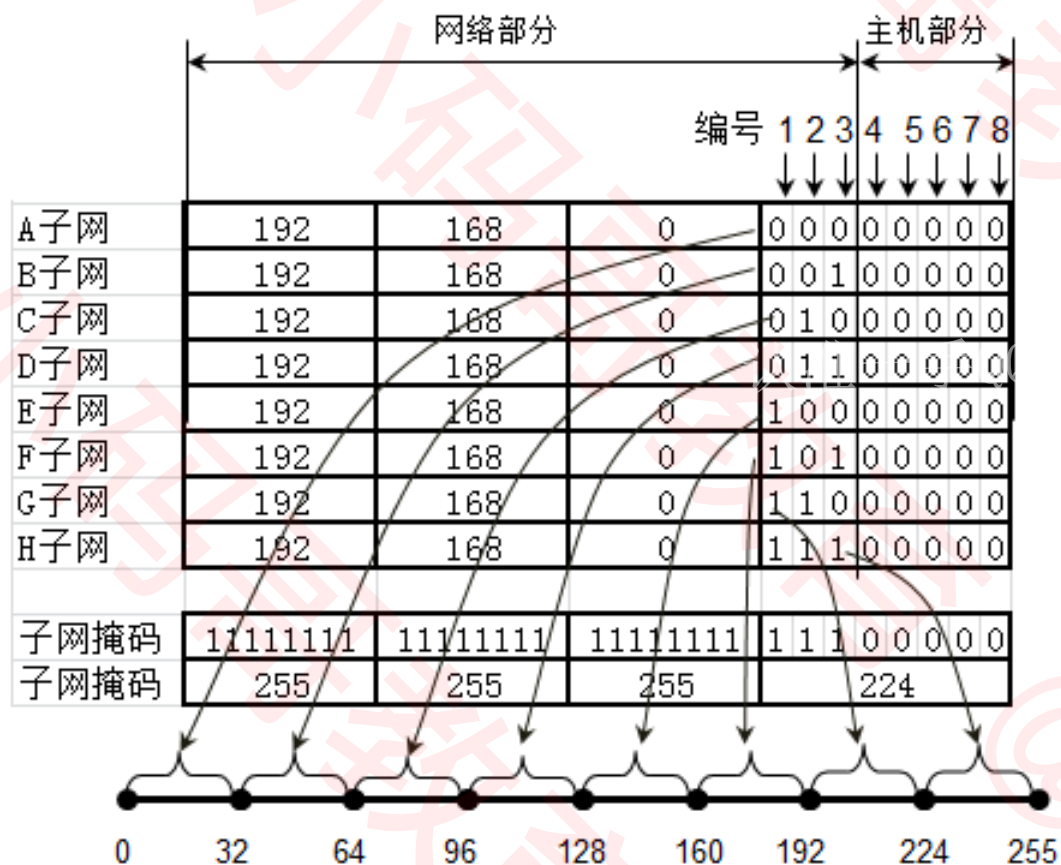
■ D子网的主机可用IP地址

□ 192.168.0.193~192.168.0.254

# 等长子网划分 – 等分成4个子网的广播地址

	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

# 等长子网划分 — 等分成8个子网



■ 4个子网的子网掩码都是：255.255.255.224/27

■ A子网：192.168.0.1~192.168.0.30

■ B子网：192.168.0.33~192.168.0.62

■ C子网：192.168.0.65~192.168.0.94

■ D子网：192.168.0.97~192.168.0.126

■ E子网：192.168.0.129~192.168.0.158

■ F子网：192.168.0.161~192.168.0.190

■ G子网：192.168.0.193~192.168.0.222

■ H子网：192.168.0.225~192.168.0.254

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。

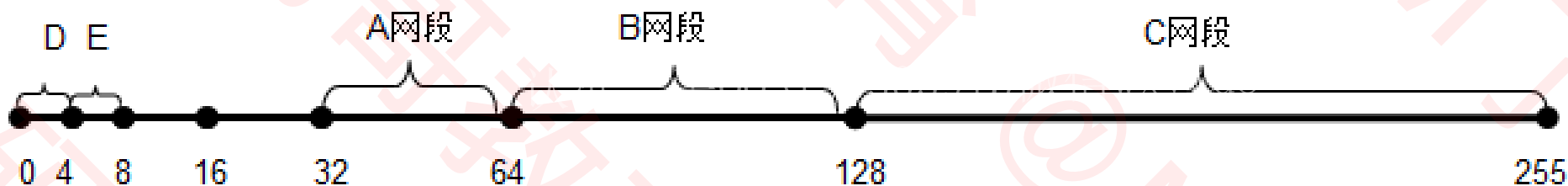
# 等长子网划分 – B类子网划分

	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	0	0
B子网	131	107	1	0	0	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	0	0
子网掩码	255	255		128												0		



# 变长子网划分

- 如果一个子网地址块的长度是原网段的 $(1/2)^n$ ，那么
- 子网的子网掩码，就是在原网段的子网掩码基础上增加n个1
- 不等长的子网，它们的子网掩码也不同



- 假设上图是对192.168.0.0/24进行变长子网划分
- C网段：子网掩码是255.255.255.128/25
- B网段：子网掩码是255.255.255.192/26
- A网段：子网掩码是255.255.255.224/27
- D网段：子网掩码是255.255.255.252/30
- E网段：子网掩码是255.255.255.252/30



# 思考题

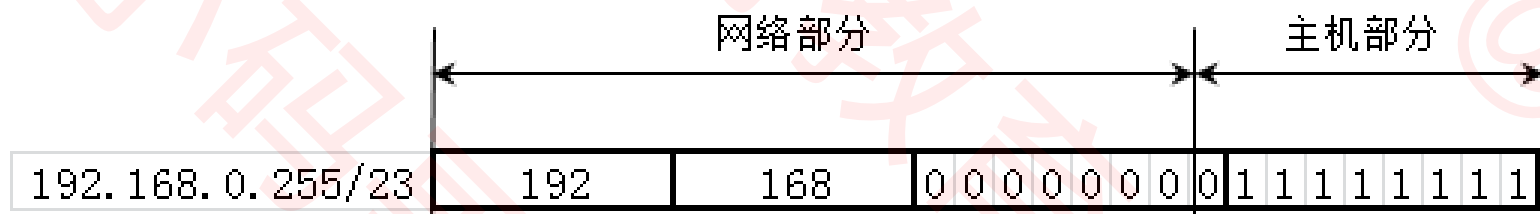
■ 这2台设备能正常通信么？



- 超网：跟子网反过来，它是将多个连续的网段合并成一个更大的网段
- 需求：原本有200台计算机使用192.168.0.0/24网段，现在希望增加200台设备到同一个网段
- 200台在192.168.0.0/24网段，200台在192.168.1.0/24网段
- 合并192.168.0.0/24、192.168.1.0/24为一个网段：192.168.0.0/23（子网掩码往左移动1位）

	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	1	0	0	0	0	0
子网掩码	11111111	11111111	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
子网掩码	255	255	254							0				

- 192.168.0.255/23这个IP地址，可以分配给计算机使用么？



# 合并4个网段

- 子网掩码向左移动2位，可以合并4个网段

	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	1	0	0	0	0	0	0	0
192.168.3.0	192	168	0	0	0	0	0	1	1	0	0	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										

- 将192.168.0.0/24、192.168.1.0/24、192.168.2.0/24、192.168.3.0/24合并为192.168.0.0/22网段

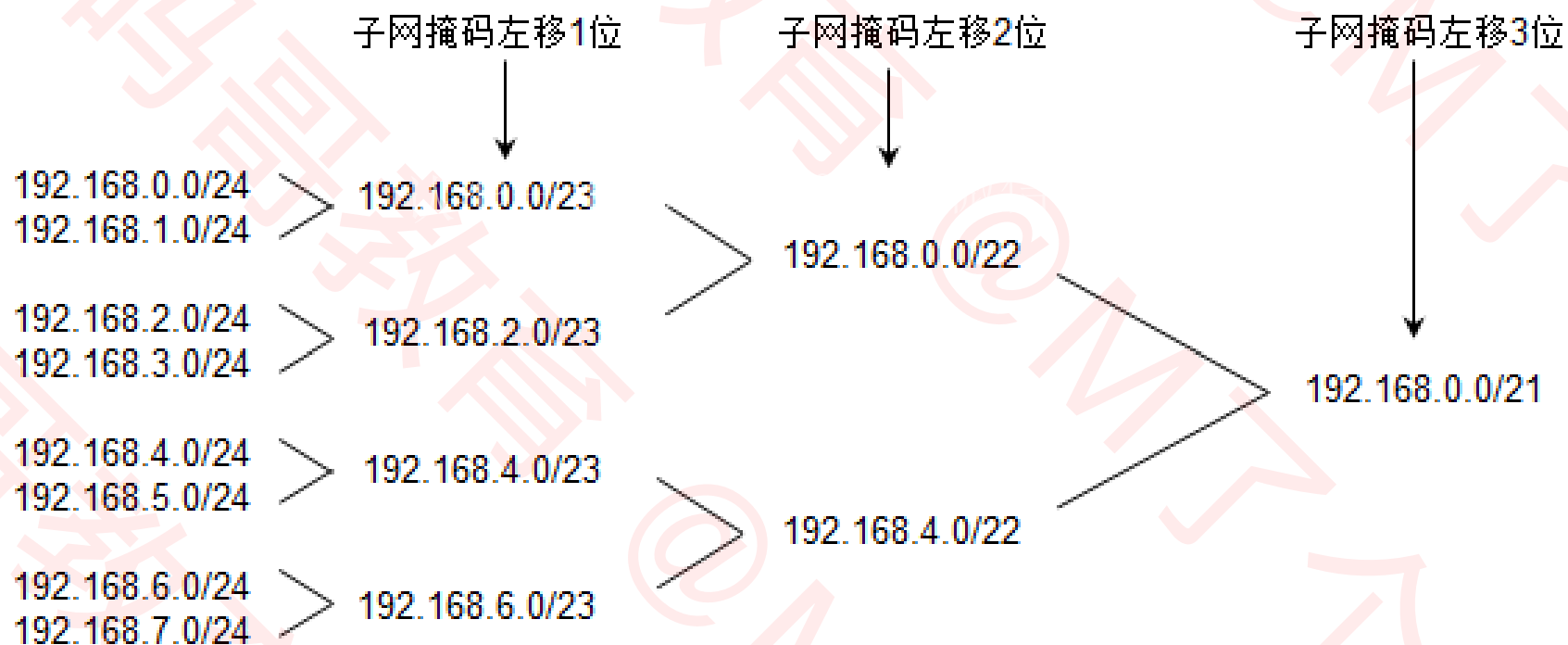


- 下面的2个网段，能通过子网掩码向左移动1位进行合并？  
□ 不可以

	网络部分								主机部分							
192.168.1.0	192	168	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	1	0	0	0	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	254						0							

# 合并网段的规律

- 假设n是2的k次幂 ( $k \geq 1$ )
- 子网掩码左移k位能够将能够合并n个网段



# 合并网段的规律

■ 假设 $n$ 是2的 $k$ 次幂 ( $k \geq 1$ )

□ 如果第一个网段的网络号能被 $n$ 整除, 那么由它开始连续的 $n$ 个网段, 能通过左移 $k$ 位子网掩码进行合并

■ 比如

□ 第一个网段的网络号以二进制0结尾, 那么由它开始连续的2个网段, 能通过左移1位子网掩码进行合并

□ 第一个网段的网络号以二进制00结尾, 那么由它开始连续的4个网段, 能通过左移2位子网掩码进行合并

□ 第一个网段的网络号以二进制000结尾, 那么由它开始连续的8个网段, 能通过左移3位子网掩码进行合并

# 判断一个网段是子网还是超网

## ■ 首先

- 看看该网段的类型，是A类网络、B类网络、C类网络？
- 默认情况下，A类子网掩码的位数是8，B类子网掩码的位数是16，C类子网掩码的位数是24

## ■ 然后

- 如果该网段的子网掩码位数比默认子网掩码多，就是子网
- 如果该网段的子网掩码位数比默认子网掩码少，则是超网

## ■ 比如

- 25.100.0.0/16是一个A类子网
- 200.100.0.0/16是一个C类超网