

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

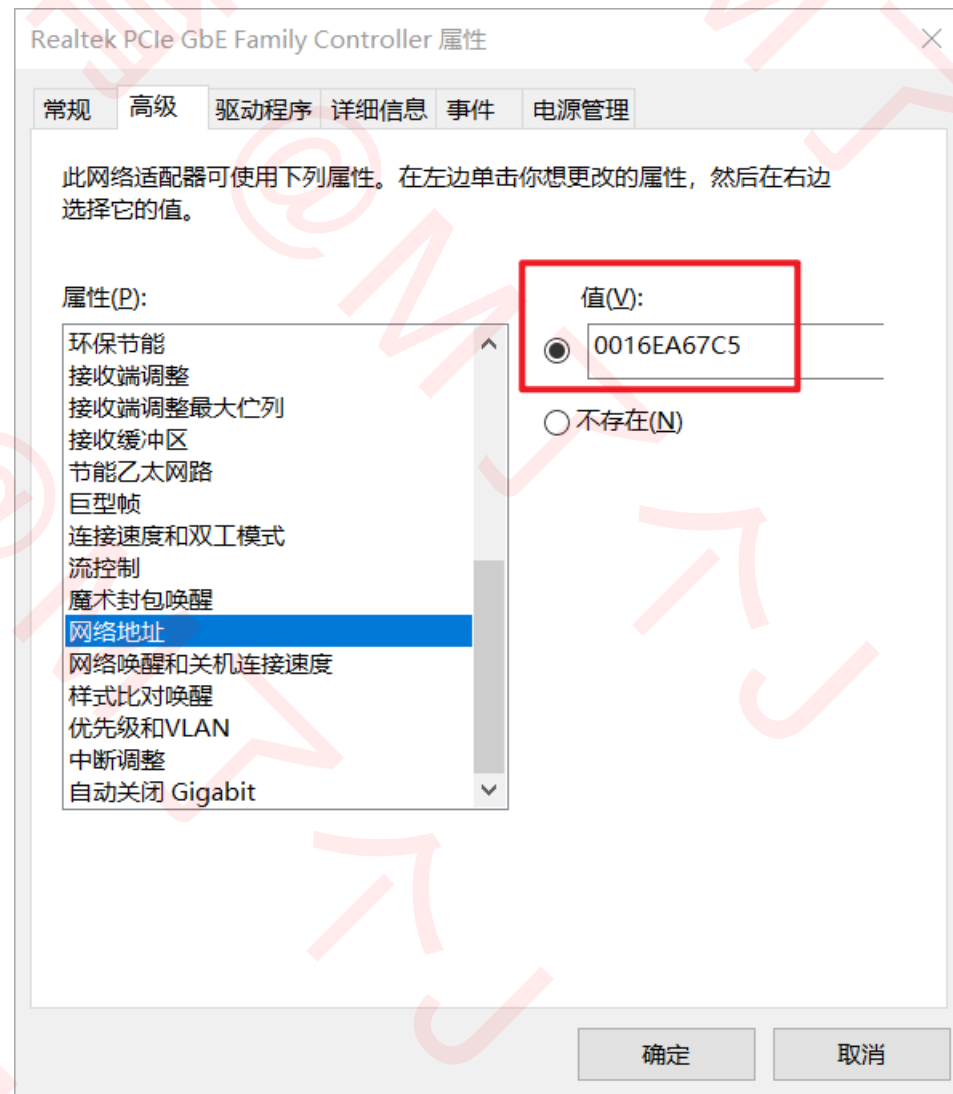
■ 查看MAC地址: `ipconfig /all`

■ 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： $256 * 256 - 2 = 2^{16} - 2 = 65534$

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>

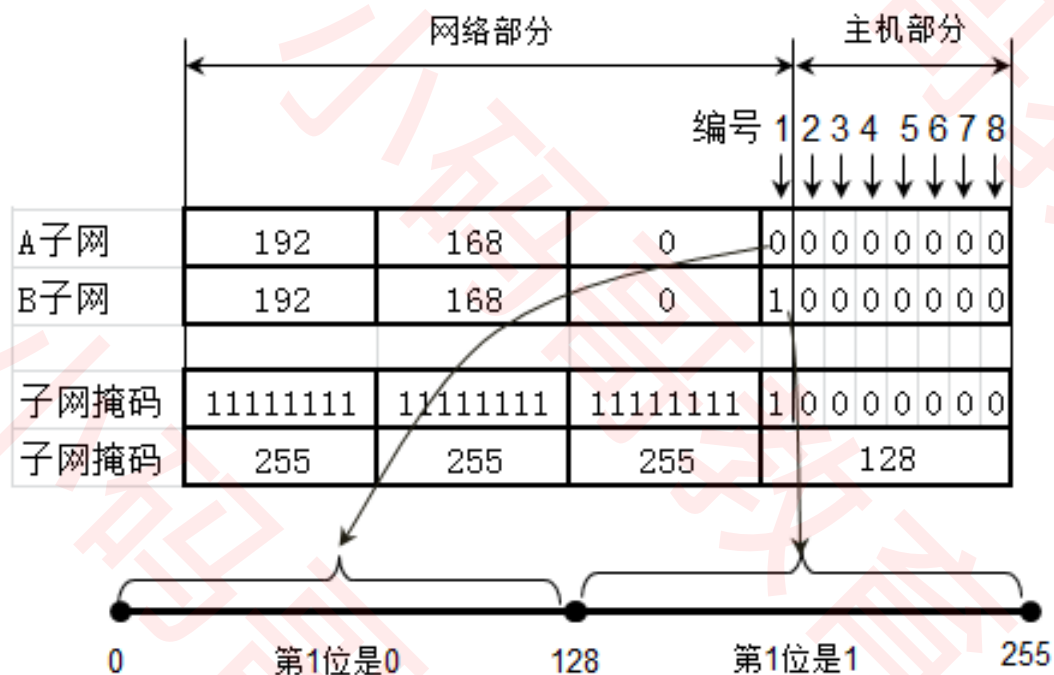
为什么要进行子网划分?

- 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

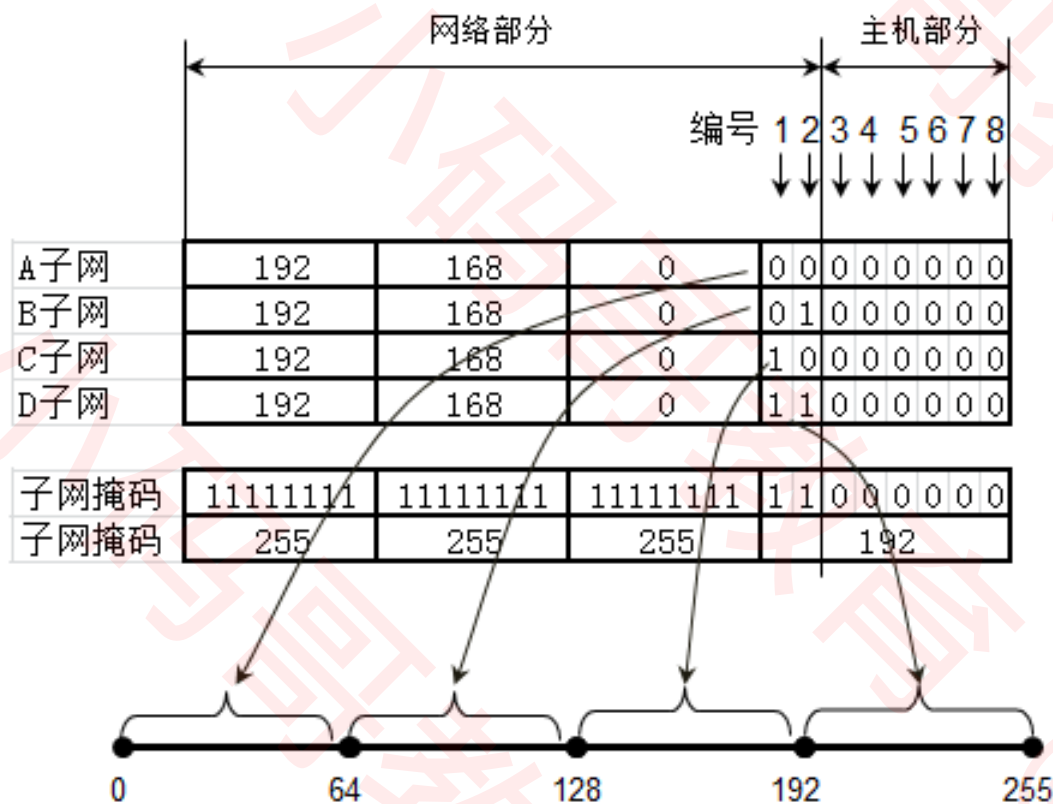
■ B子网

□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

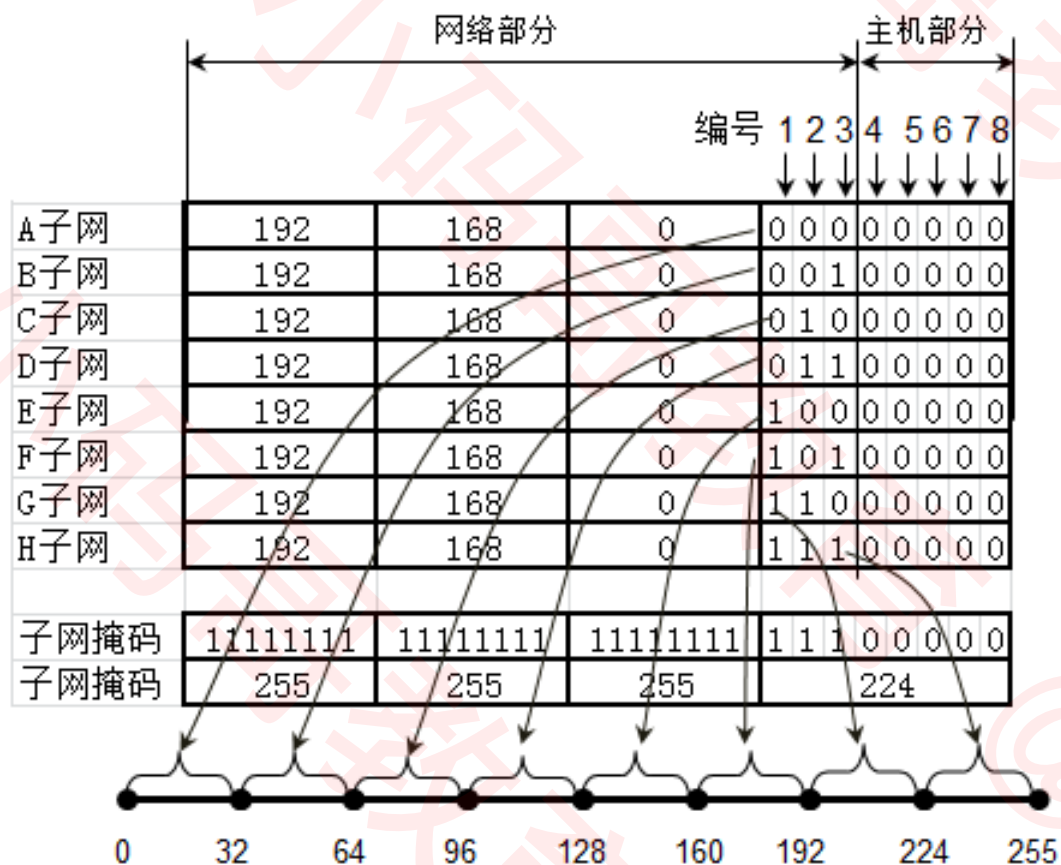
■ D子网的主机可用IP地址

□ 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。

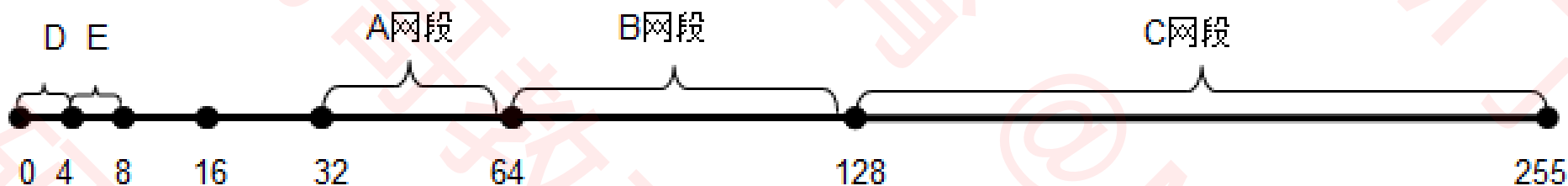
等长子网划分 – B类子网划分

| | 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

思考

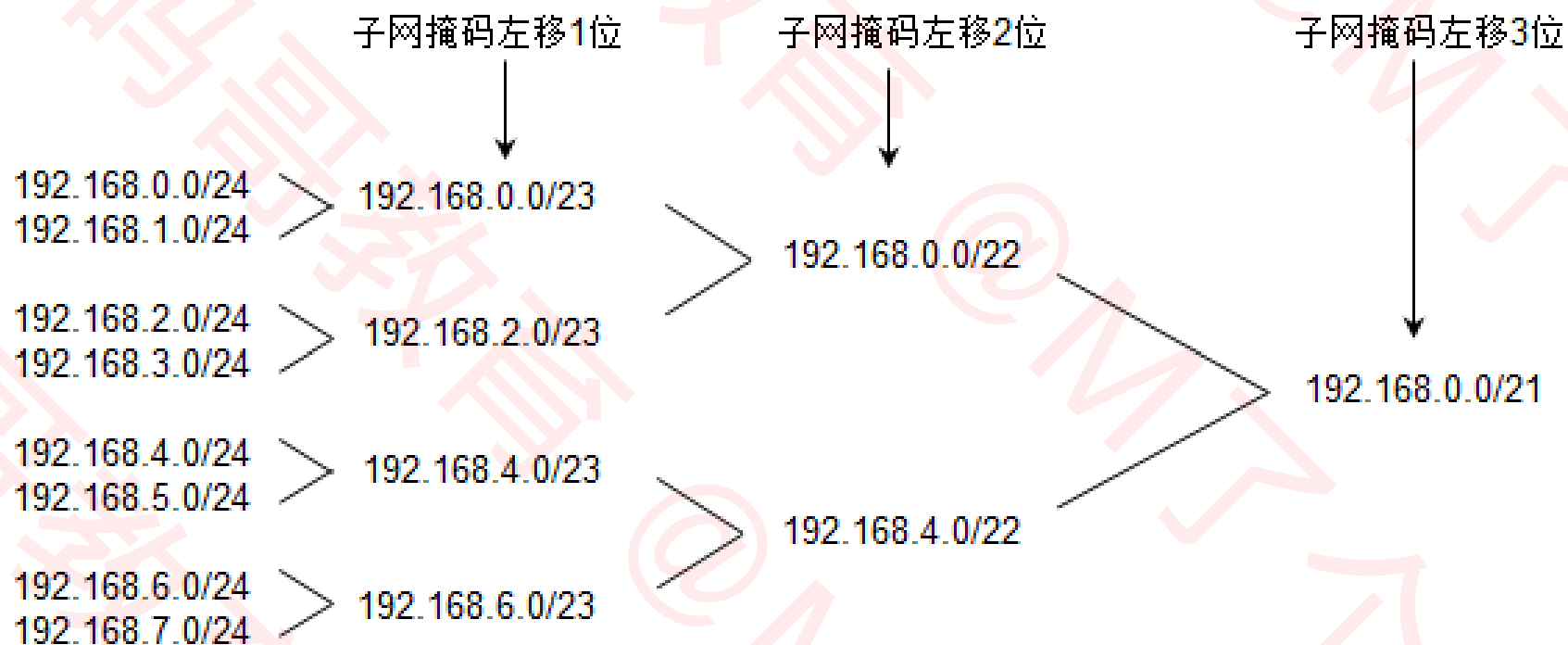
■ 下面的2个网段，能通过子网掩码向左移动1位进行合并么？

□ 不可以

| | 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 |
| 192.168.2.0 | 192 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 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 |
| 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