

IP协议

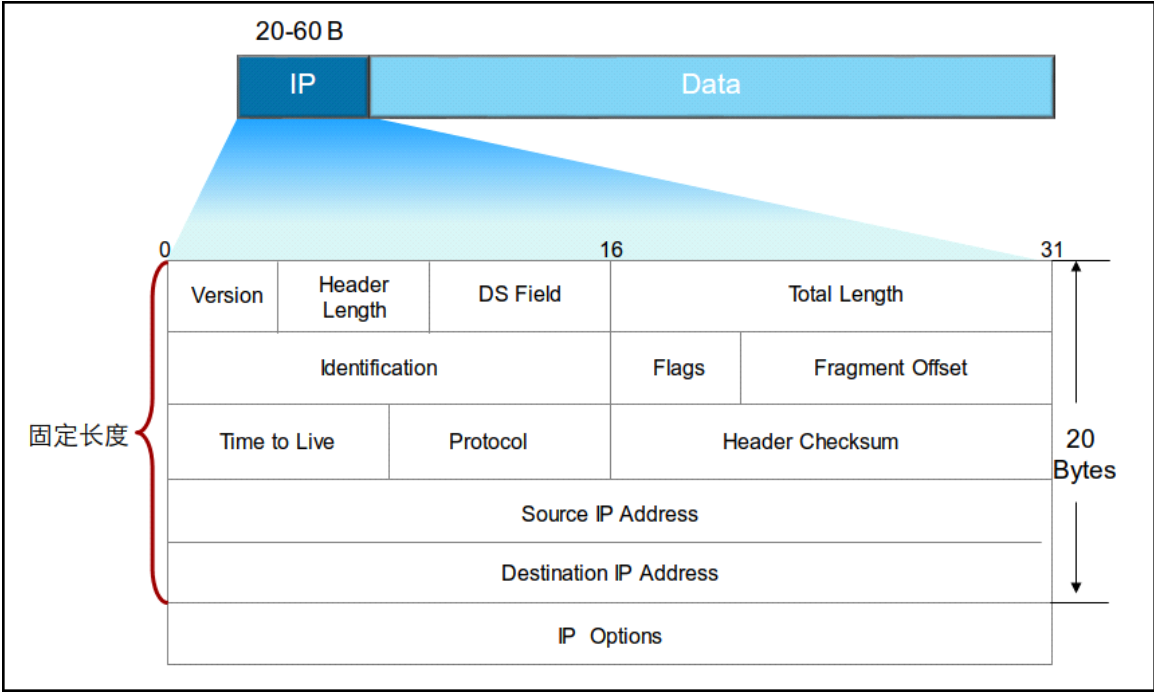
IP : Internet Protocol , 因特网协议



前言

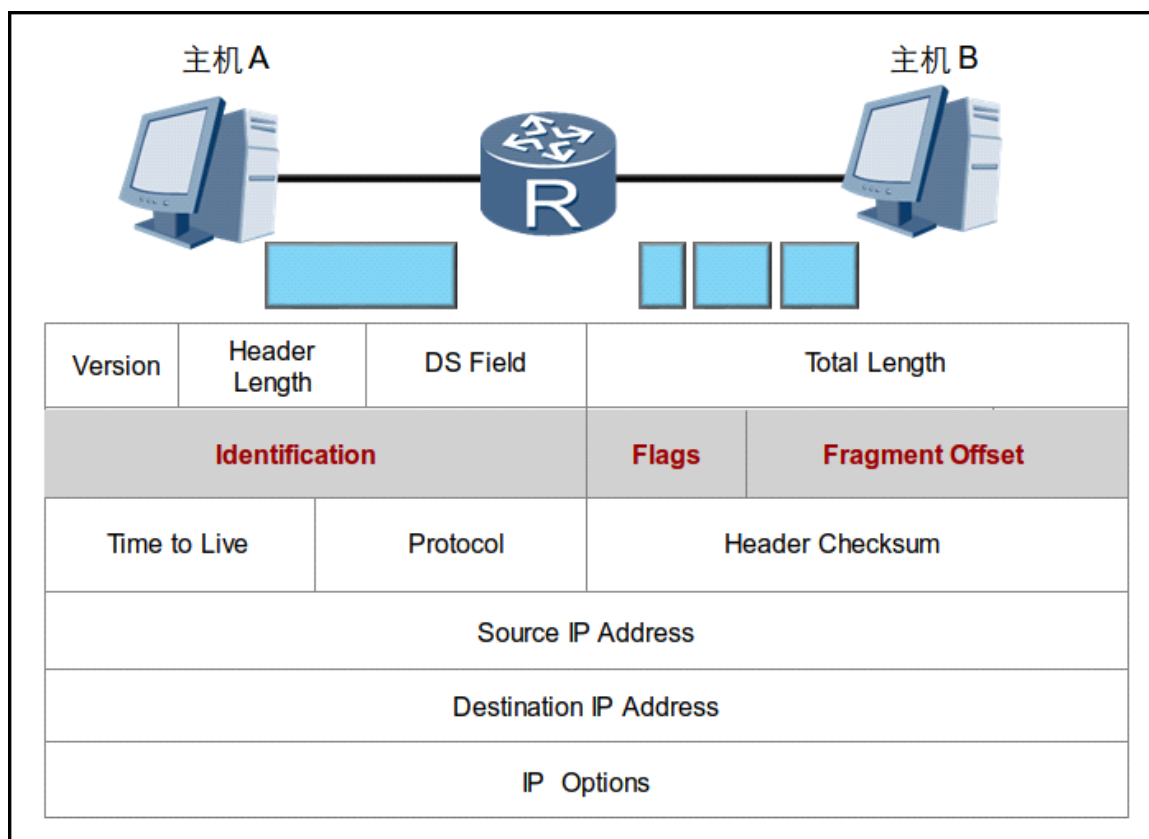
网络层位于数据链路层与传输层之间。网络层中包含了许多协议，其中最为重要的协议就是IP协议。网络层提供了IP路由功能。理解IP路由除了要熟悉IP协议的工作机制之外，还必须理解IP编址以及如何合理地使用IP地址来设计网络。

IP的包头结构：



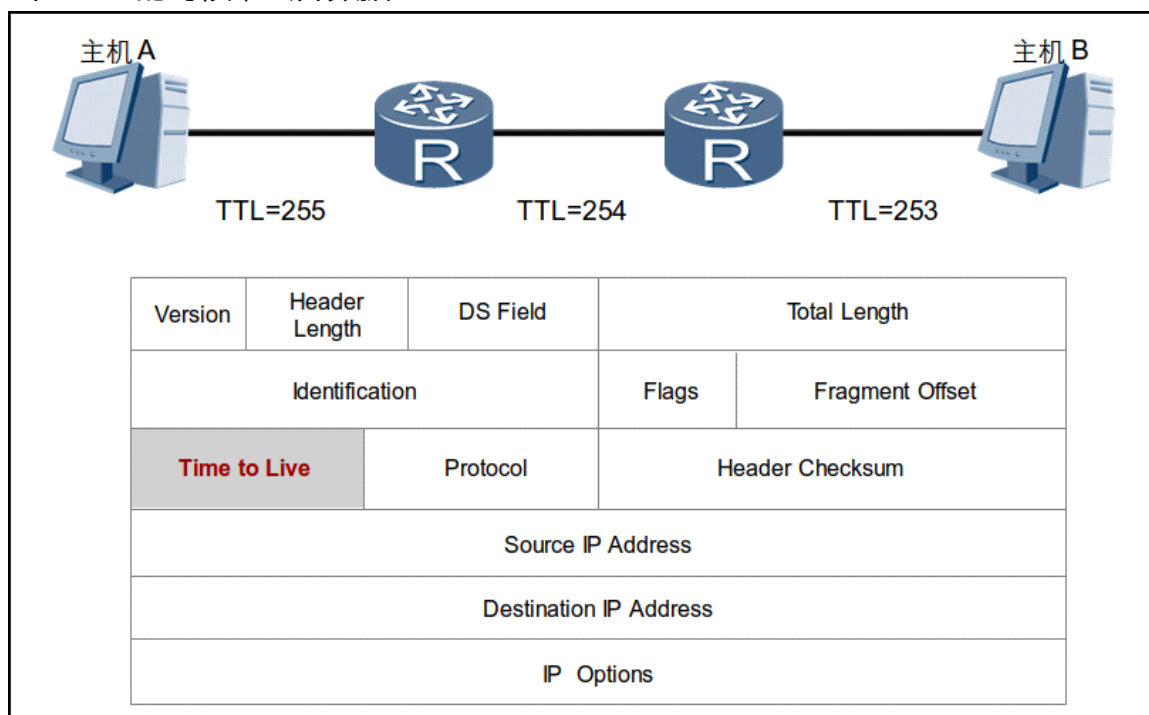
IP - 因特网协议 [IP - Internet Protocol]:		
版本 [Version]:	4	[14/20]
头部长度 [Header Length]:	5	[14/1] 0xF0
区分服务字段 [Differentiated Services Field]:	0000 0000	(20 字节) [14/1] 0x0F
不同的服务代码 [Differentiated Services Codepoint]:	0000 00..	[15/1] 0xFF
传输协议忽略CE位 [Transport Protocol will ignore the CE bit]:0.	[15/1] 0xFC
拥塞 [Congestion]:0	(忽略) [15/1] 0x02
总长度 [Total Length]:	386	(不拥塞) [15/1] 0x01
标识 [Identification]:	0x04D8	(386 字节) [16/2]
分段标志 [Fragment Flags]:	010.	(1240) [18/2]
保留 [Reserved]:	0...	(不要分段) [20/1] 0xE0
分段 [Fragment]:	.1..	[20/1] 0x80
更多分段 [More Fragment]:	..0.	(不要分段) [20/1] 0x40
分段偏移量 [Fragment Offset]:	0	(最后一个段) [20/1] 0x20
生存时间 [Time To Live]:	64	[20/2] 0x1FFF
上层协议 [Protocol]:	6	[22/1]
校验和 [Checksum]:	0x3C1A	(TCP) [23/1]
源IP地址 [Source IP]:	192.168.108.240	(正确) [24/2]
目标IP地址 [Destination IP]:	219.232.239.2	[26/4]

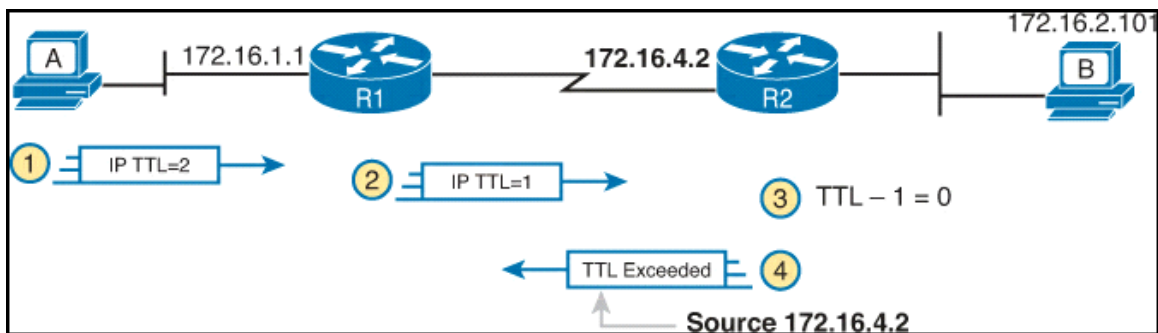
分片：当数据包比链路MTU大时，就可以被分解为很多的足够小片段，该过程叫做分片。



TTL：Time to Live，生存时间

- 防止IP数据包在网络内无休止地传输
- 每经过一次路由TTL值就会减1
- 当TTL=0的时候，丢弃数据包





- 利用TTL特性，可以实现路由跟踪技术，排错的重要方法之一！
- Ping -i 或 Tracert :

```
C:\Users\Administrator>tracert www.baidu.com

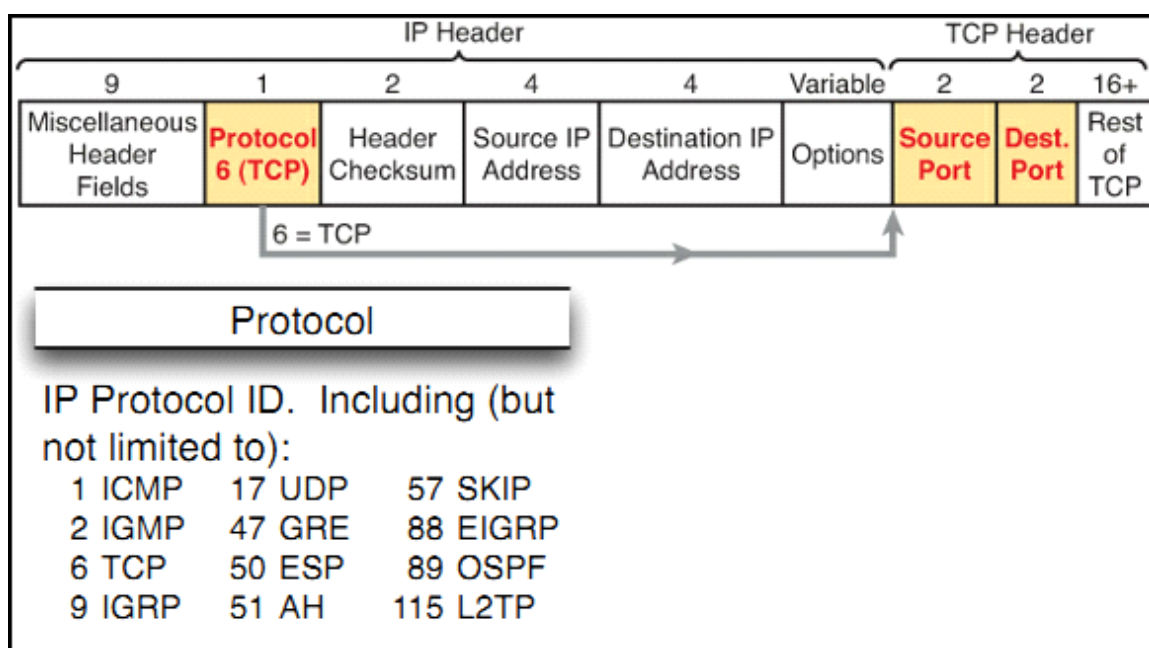
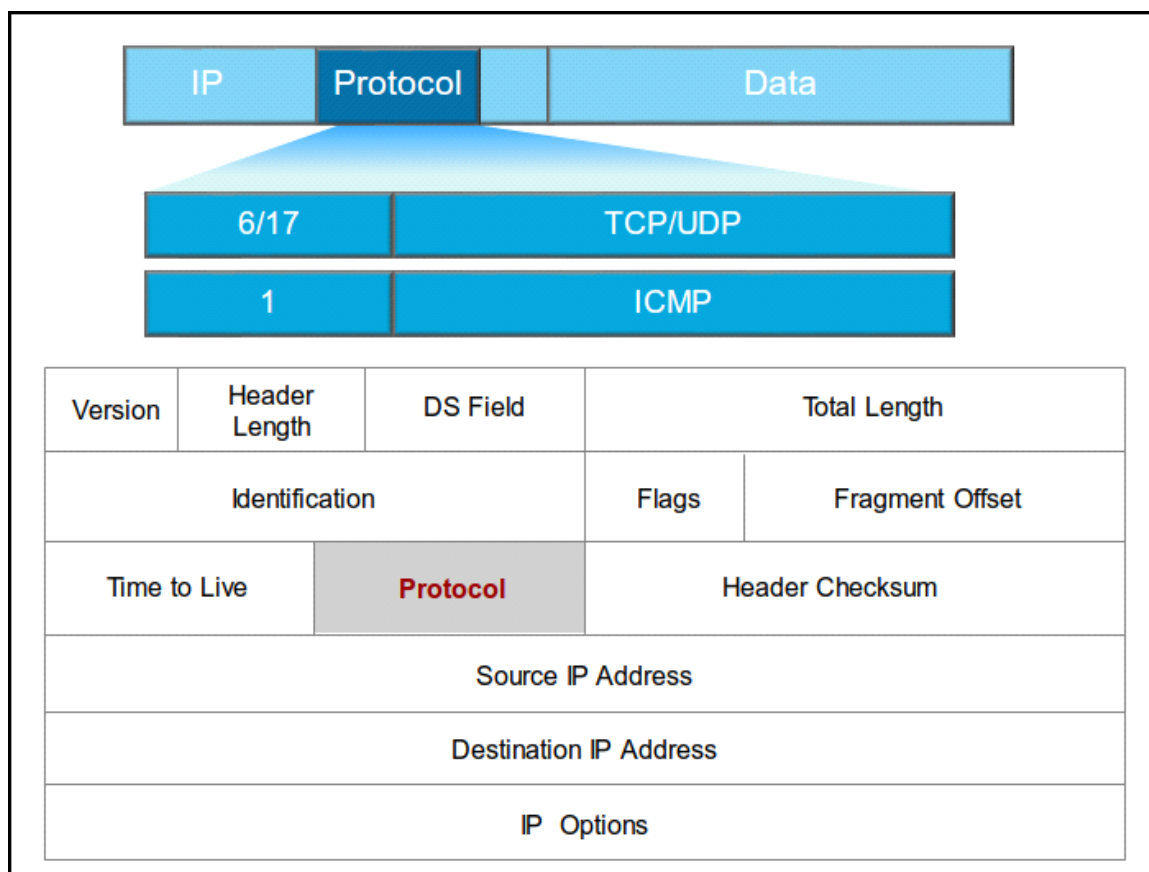
通过最多 30 个跃点跟踪
到 www.a.shifen.com [115.239.211.110] 的路由:

 1      9 ms      17 ms      5 ms      192.168.108.254
 2     43 ms     20 ms     92 ms     192.168.100.253
 3    166 ms    189 ms    11 ms     223.240.224.1
 4      9 ms      5 ms      7 ms     61.190.245.253
 5      *        *        *        请求超时。
 6     20 ms     23 ms     16 ms     202.97.59.213
 7     35 ms     33 ms     26 ms     61.164.13.158
 8     11 ms     12 ms     14 ms     115.233.23.230
 9     29 ms     19 ms     16 ms     115.239.209.10
10      *        *        *        请求超时。
11      *        *        *        请求超时。
12     11 ms     15 ms     13 ms     115.239.211.110

跟踪完成。
```

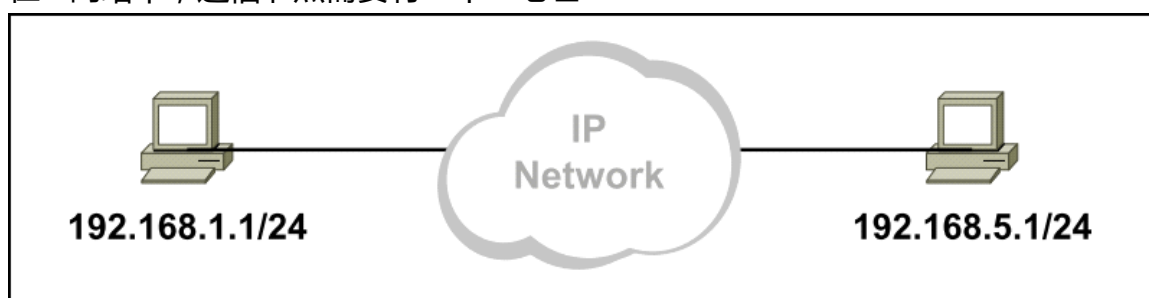
协议号：

- 用于标识上层协议

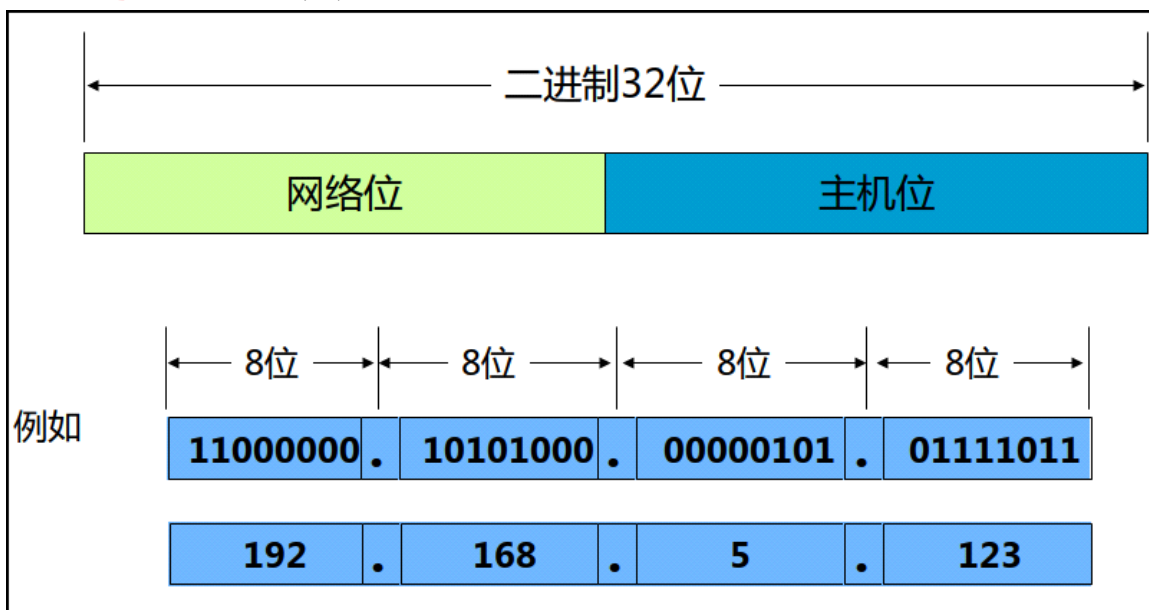


IP地址 : IP Address

- 在IP网络中，通信节点需要有一个IP地址



- 以点分十进制表示，由32位二进制组成
- 分为网络位和主机位两部分：
 - 网络位，代表IP地址所属的网段
 - 主机位，代表网段上的某个节点
 - 由子网掩码决定分界点



幂	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
	128	64	32	16	8	4	2	1
位	1	1	0	0	0	0	0	0
= 128 + 64 = 192								

IP地址分类：根据第一组八位二进制

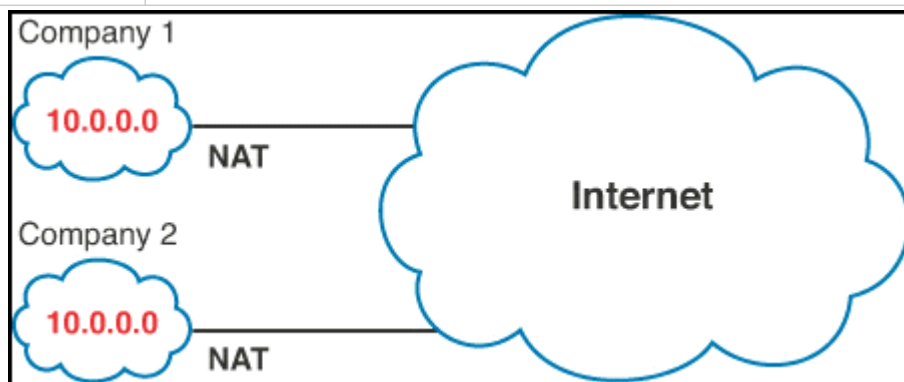
	8Bits	8Bits	8Bits	8Bits	
A类	0NNNNNNN	Host	Host	Host	1-126
B类	10NNNNNN	Network	Host	Host	128-191
C类	110NNNNN	Network	Network	Host	192-223
D类	1110MMMM	Multicast Group	Multicast Group	Multicast Group	224-239
E类	Research				

0	Reserved			
1-126	Class A	Unicast		1/2
127	Reserved			
128-191	Class B	Unicast		1/4
192-223	Class C	Unicast		1/8
224-239	Class D	Multicast		1/16
240-255	Class E	Experimental		1/16

私有IP地址空间	地址范围
10.0.0.0/8	10.0.0.0 到 10.255.255.255
172.16.0.0/12	172.16.0.0 到 172.31.255.255
192.168.0.0/16	192.168.0.0 到 192.168.255.255

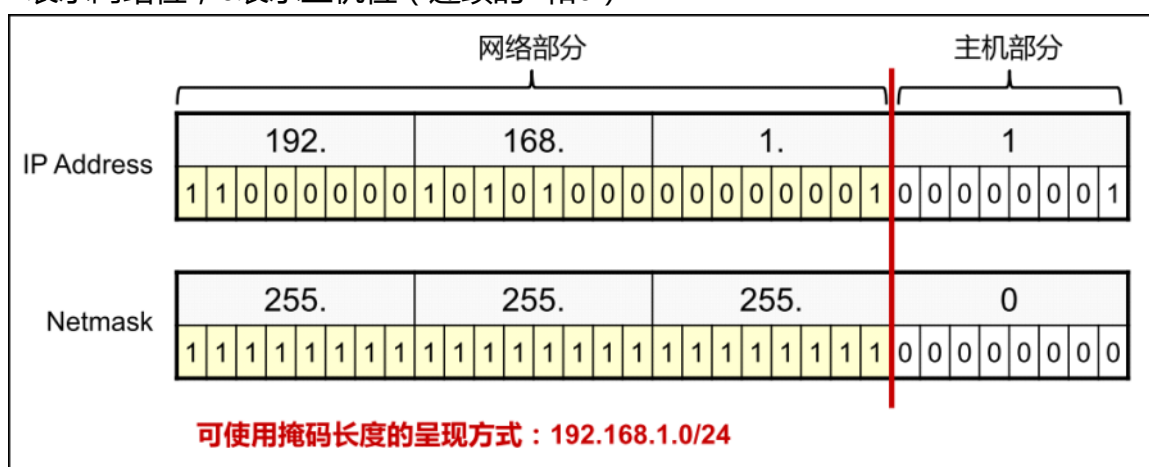
公网地址	用于Internet，向ISP付费申请
私网地址	用于企业内部网络，不能用于Internet，免费使用
地址转换	使用私网地址如果要访问Internet，必须转换为公网地址，该技术称为

NAT



子网掩码 : Subnet Mask

- 用于区分网络部分和主机部分
- 1表示网络位，0表示主机位（连续的1和0）



默认子网掩码

A类

255

.0

.0

.0

B类

255

.255

.0

.0

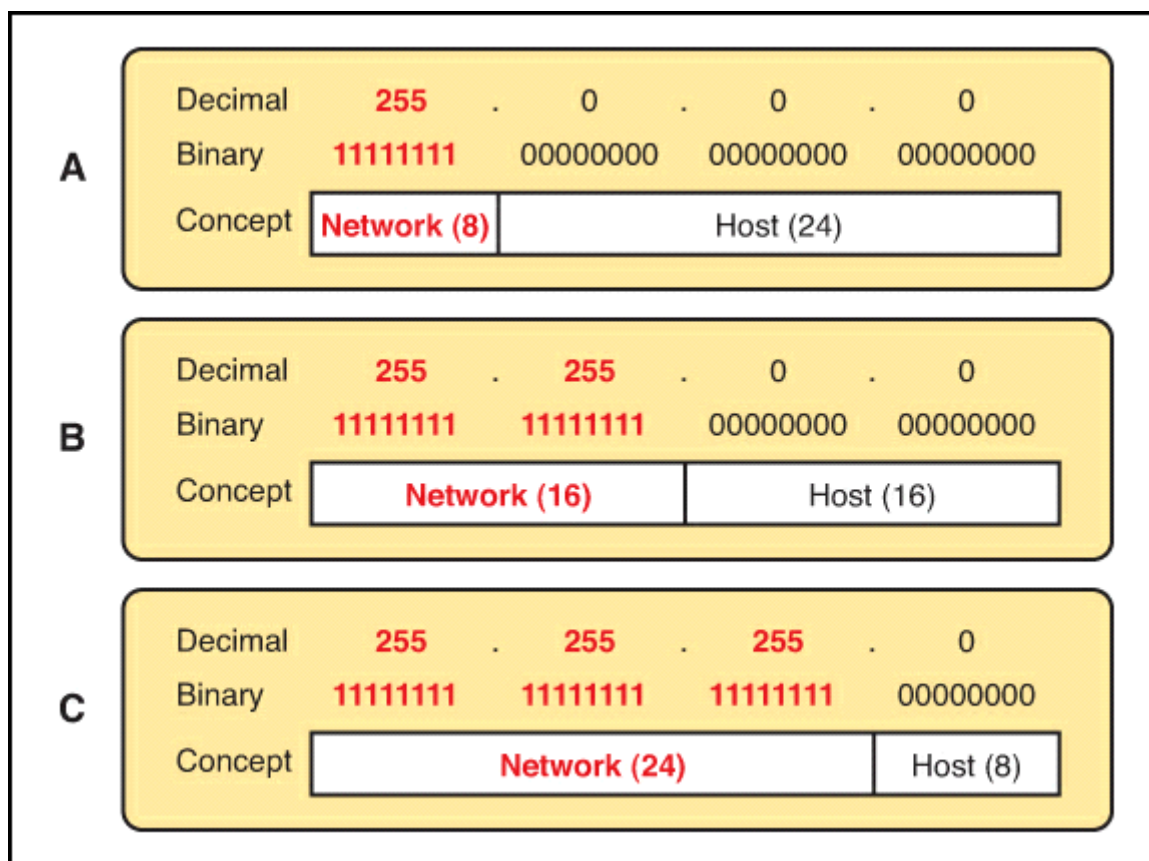
C类

255

.255

.255

.0



Address	Class	Network	Host
10.2.1.1	A	10.0.0.0	1.1
128.63.2.100	B	128.63.0.0	2.100
201.222.5.64			
192.6.141.2			
256.241.201.1			

网络地址、主机地址、广播地址：

- 每个网段上都有两个特殊地址（最小和最大）不能分配给节点









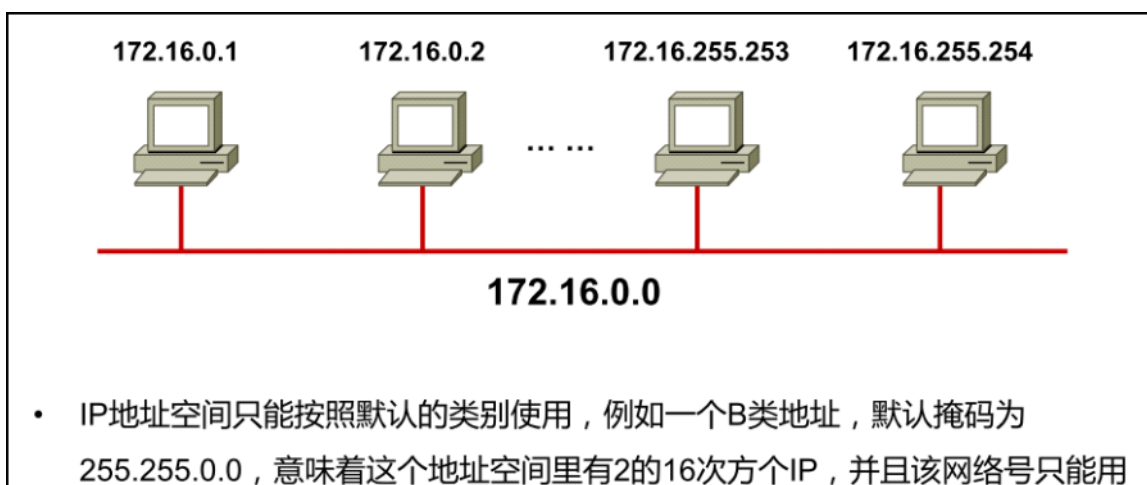
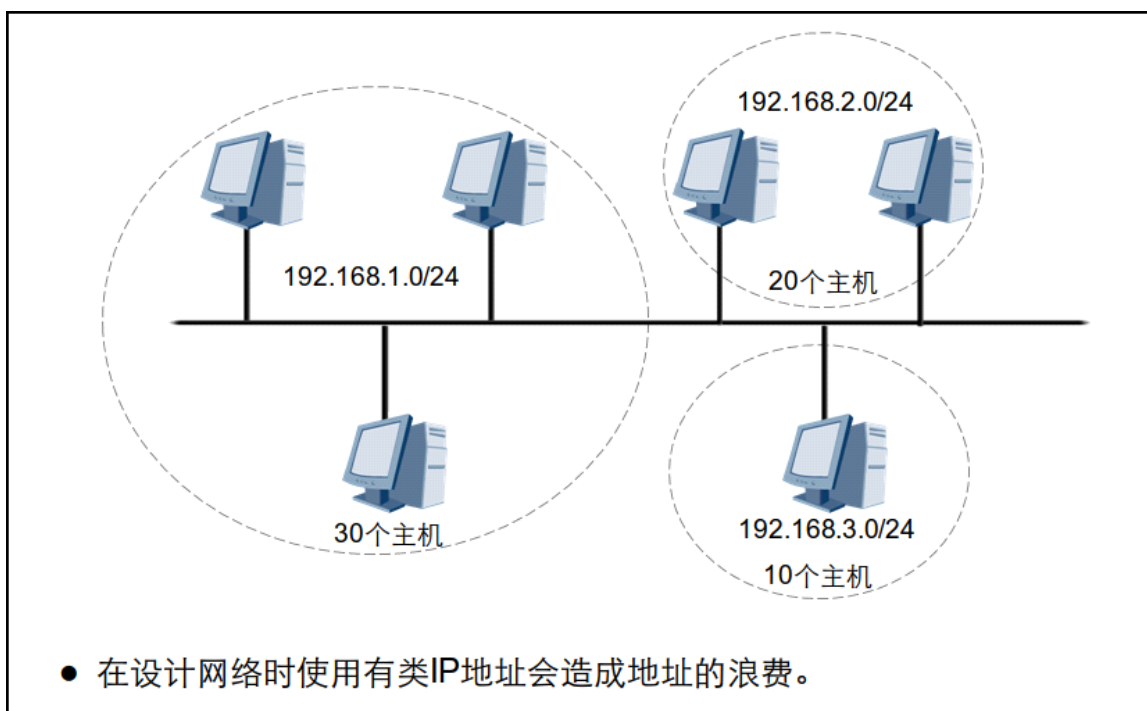
网络地址	网络位	主机位
	192.168.1	.0
	11000000.10101000.00000001	.00000000
广播地址	网络位	主机位
	192.168.1	.255
	11000000.10101000.00000001	11111111

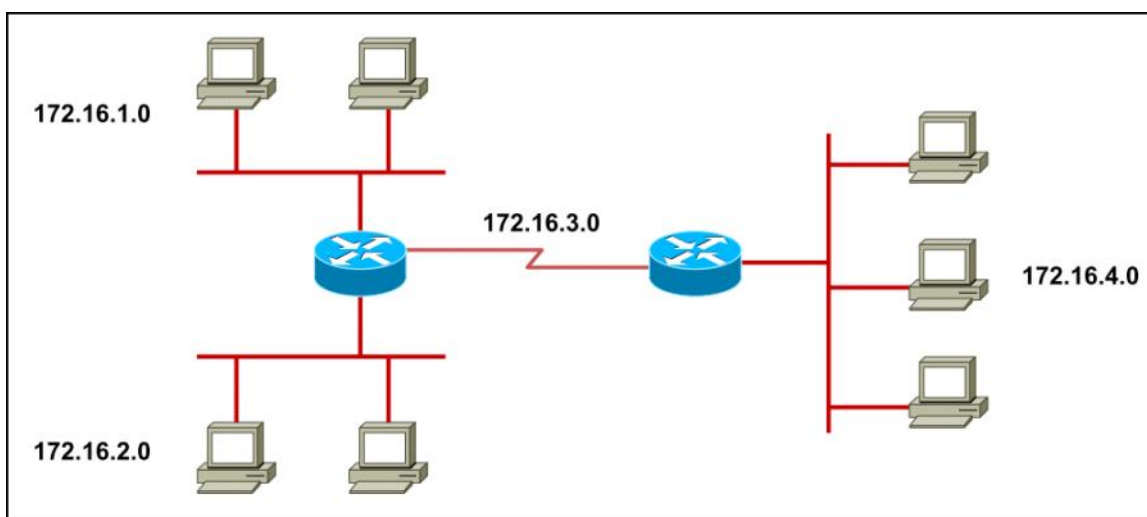
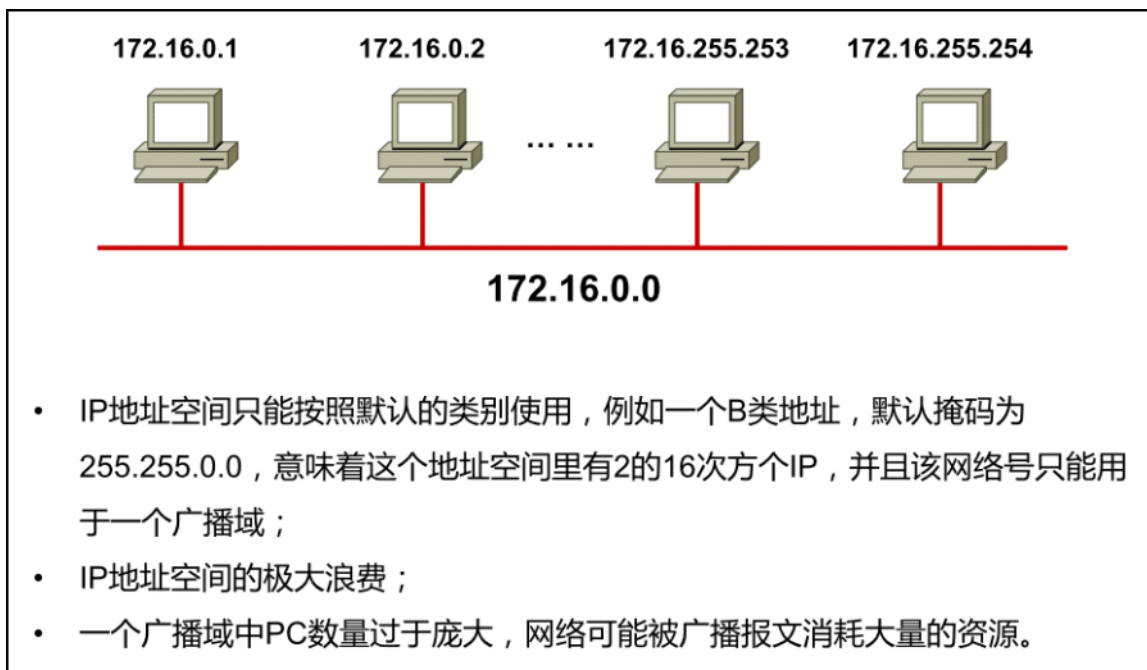
网络地址	主机位全为0 代表一个网段（头）
主机地址	主机位不全为0也不全为1 代表一个网段内的一个节点（身体）
广播地址	主机位全为1 代表一个网段内的所有节点（尾）

网络部分																主机部分															
192.				168.				1.				0				网络号															
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
192.				168.				1.				x				可用于主机的IP															
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
192.				168.				1.				255				广播号															
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

有类IP地址规划的缺陷：为什么要子网划分

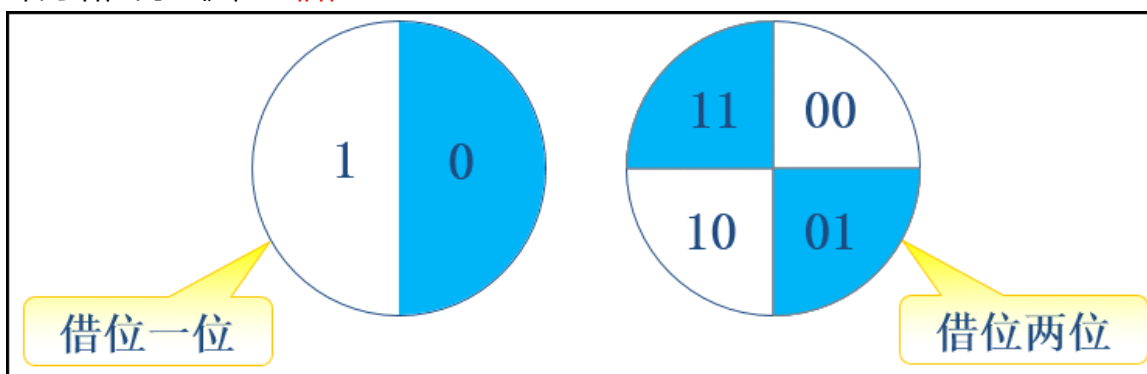
Class	Networks	Hosts/Network
A	 126	 16,777,214
B	 16,384	 65,534
C	 2,097,152	 254



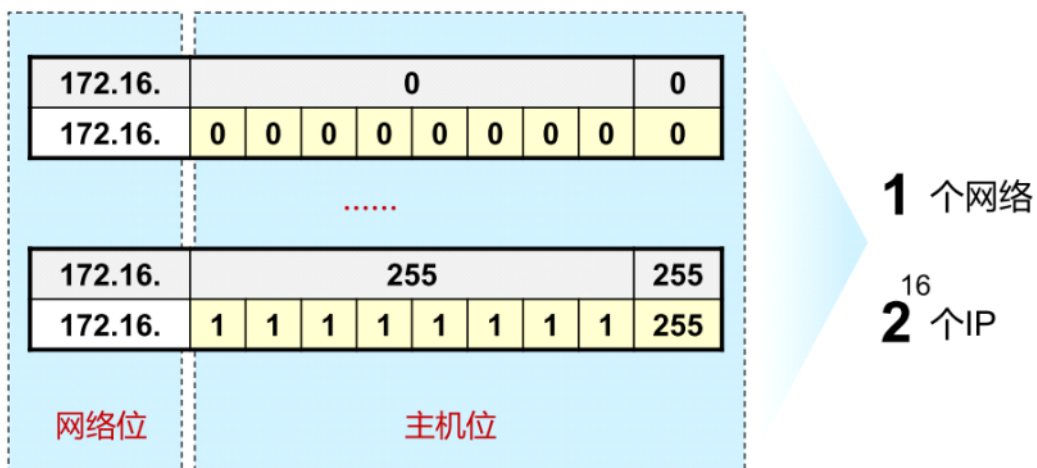


子网划分概述：

- 满足不同网络对IP地址的需求
- 实现网络的层次性
- 节省IP地址
- 默认子网掩码可以进一步划分，成为变长子网掩码（VLSM）
- 即网络位向主机位“借位”



假设你有一个B类地址：172.16.0.0/16



网络位向主机位借位，从而使得网络部分的位数加长：



$$2^m = \text{向主机位借位后产生的子网个数}$$

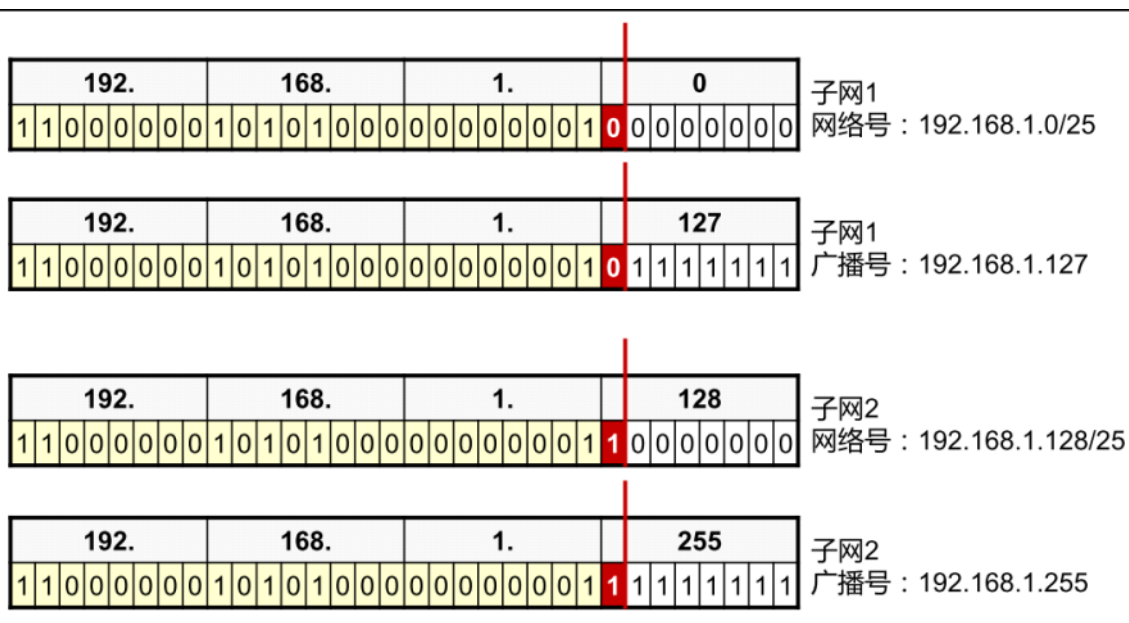
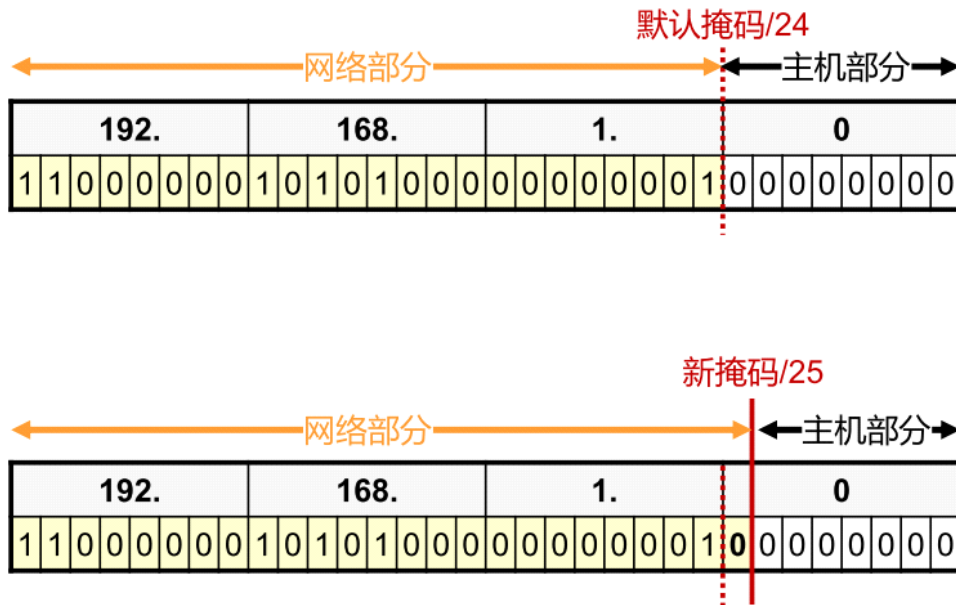
m为所借的位数

$$2^n - 2 = \text{向主机位借位后产生的每个子网中可用主机IP数}$$

n为原主机位剔除被借位后的剩余位数

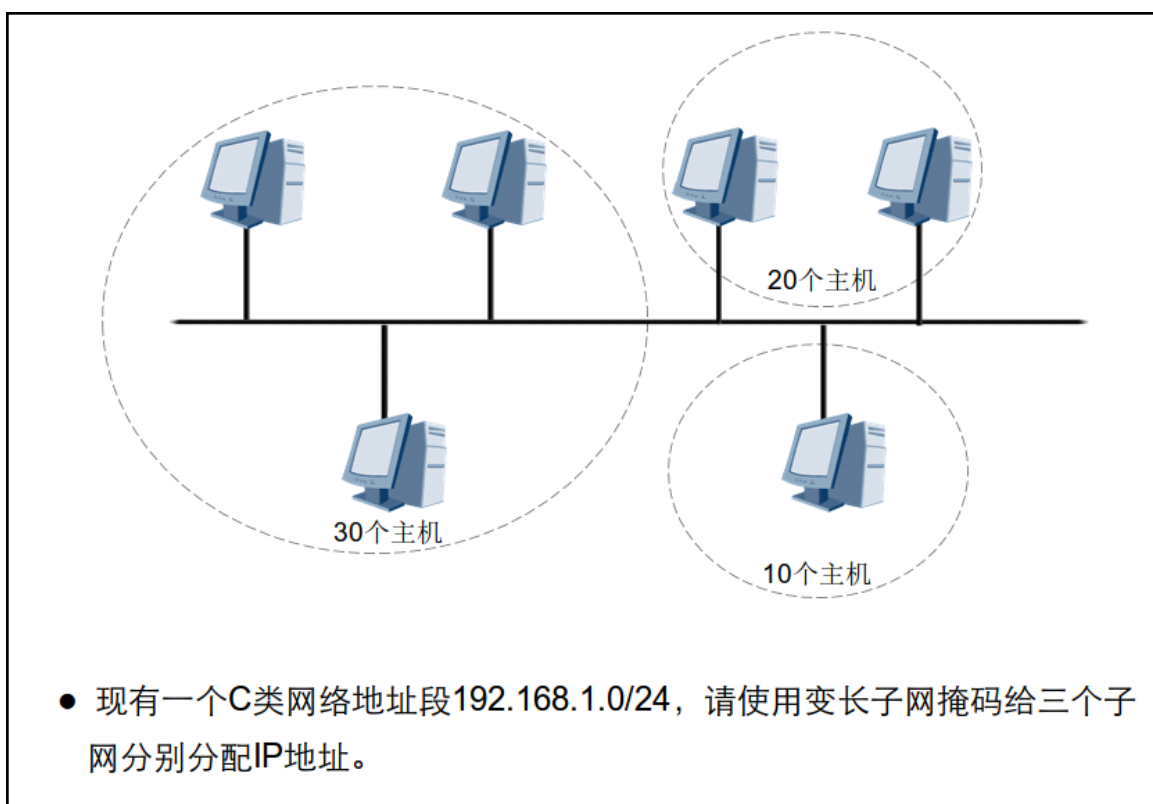
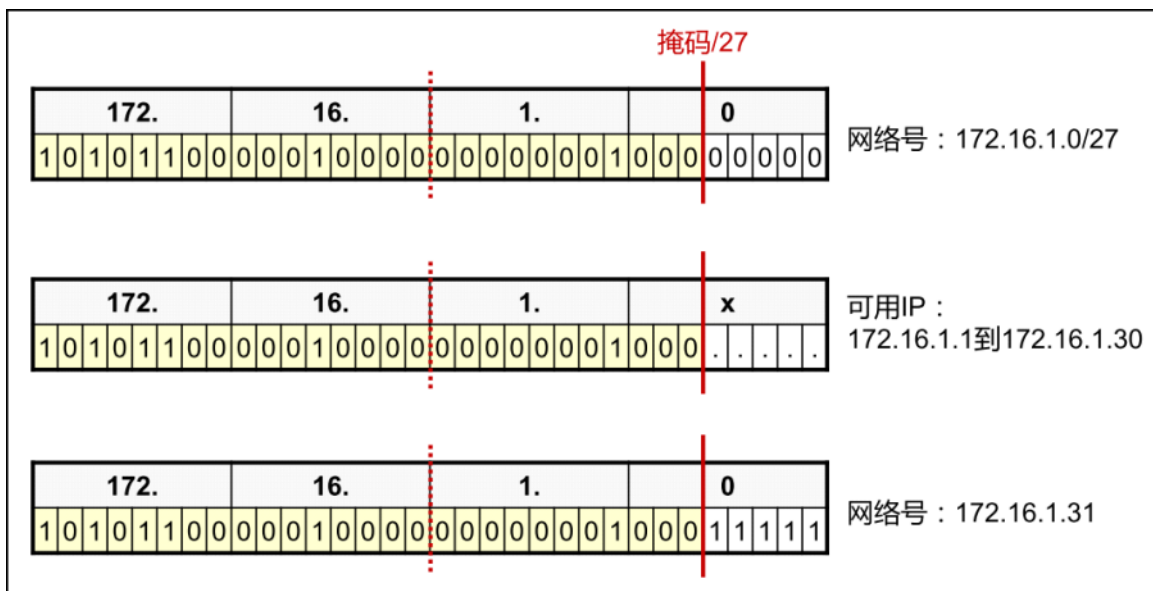
-2的原因是，每个子网中的网络号及广播号不可用

- 将192.168.1.0/24这个C类地址进行子网划分，网络位向主机位借1位



计算一下 172.16.1.0/27 这个子网的网络号、广播号，及可用 IP 地址。

子网划分实例：



❖ 实际网络中的需求

- 某公司共有生产部、销售部、财务部、客服部四个部门，每个部门的主机数最多不超过50台。若该公司获得了一个C类地址192.168.100.0/24，应该如何划分子网呢？

部门	网段	掩码	有效主机地址
生产部	192.168.100.0/26	255.255.255.192	62
销售部	192.168.100.64/26	255.255.255.192	62
财务部	192.168.100.128/26	255.255.255.192	62
客服部	192.168.100.192/26	255.255.255.192	62

❖ 请思考

❖ 请思考

- 如果该公司有五个部门，每个部门的主机数最多不超过30台，应该如何划分子网呢？

❖ 一个网络划分为不同的子网

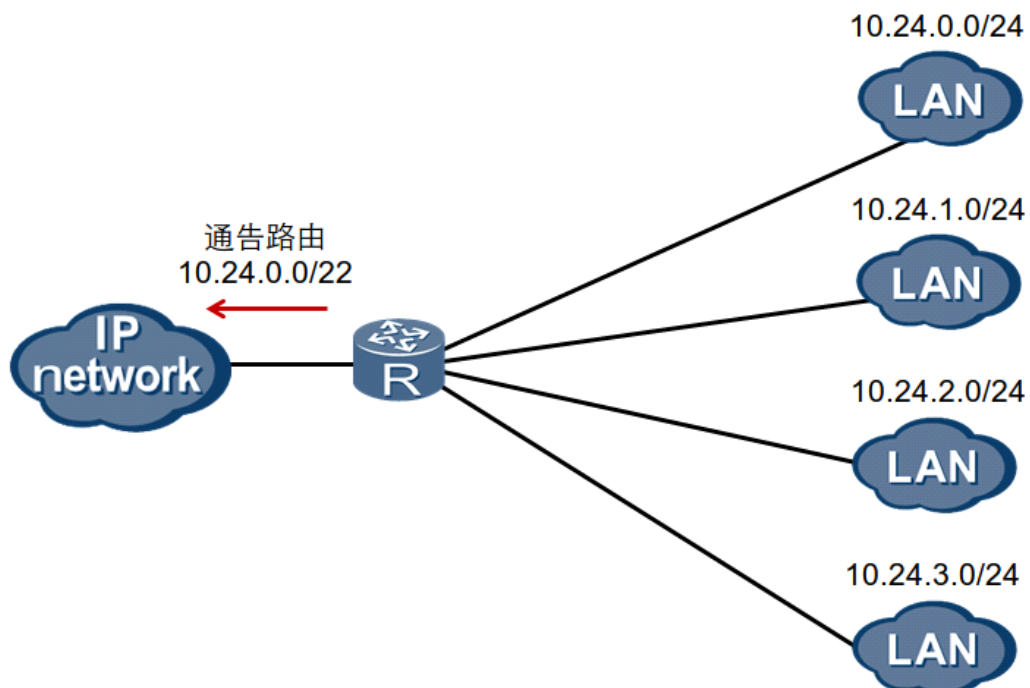
- 如果生产部有主机100台，销售部有50台，财务部有25台，客服部有12台，应该如何划分子网呢？

部门	网段	掩码	有效主机地址
生产部	192.168.100.0/25	255.255.255.128	126
销售部	192.168.100.128/26	255.255.255.192	62
财务部	192.168.100.192/27	255.255.255.224	30
客服部	192.168.100.224/27	255.255.255.224	30

CIDR : Classless Inter Domain Routing , 无类域间路由

- 突破了传统IP地址的分类边界，将路由表中的若干条路由汇聚为一条路由，减少了路由表的规模，提高了路由器的可扩展性。

无类域间路由



- CIDR 增强了网络的可扩展性。