

## 第三章 IP地址

# IP地址的格式与组成



## IP地址的格式

IP地址是一组32位长的二进制数字，  
用点分十进制表示。

如：11000000 10101000 00000000 00000001

192.168.0.1

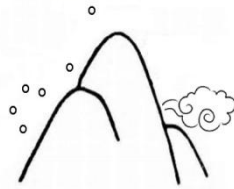
## IP地址的组成

网络地址 + 主机地址      192.168.0.1      主机位

                                    ↓                                      ↓

                                    网络位                                      主机位

# 二进制与十进制换算



二进制表示 (基数为2)

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
128	64	32	16	8	4	2	1

1	1	0	1	1	0	0	1					
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
1*128	1*64	0*32	1*16	1*8	0*4	0*2	1*1					
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
128	+	64	+	16	+	8	+	0	+	0	+	1
↓												
217												

举例

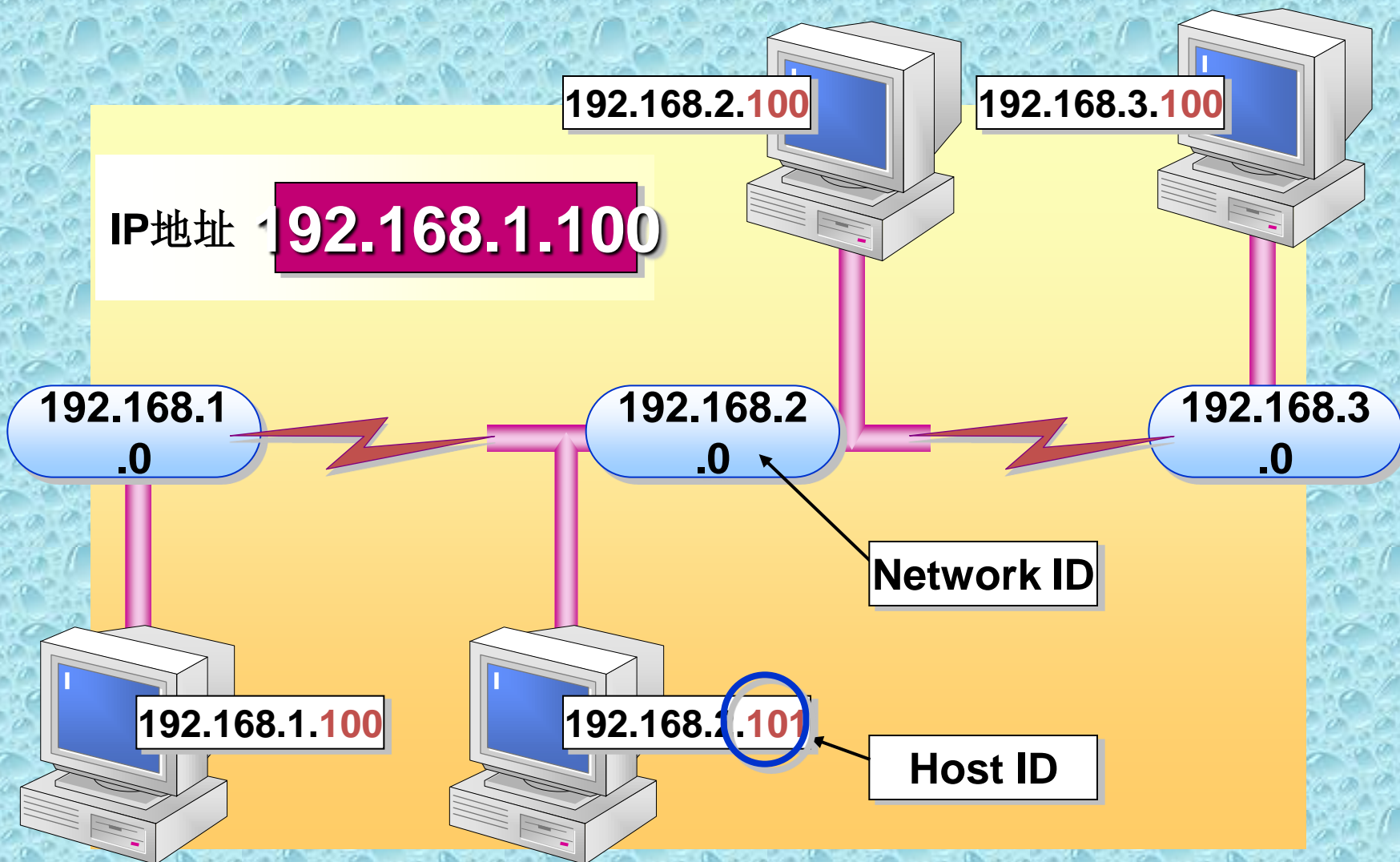
举例

## A simple line drawing of a mountain range. The mountains are represented by several curved lines of varying heights. To the right of the mountains is a single, stylized cloud with three loops. Above the highest peak of the mountains is a small circle representing the sun.

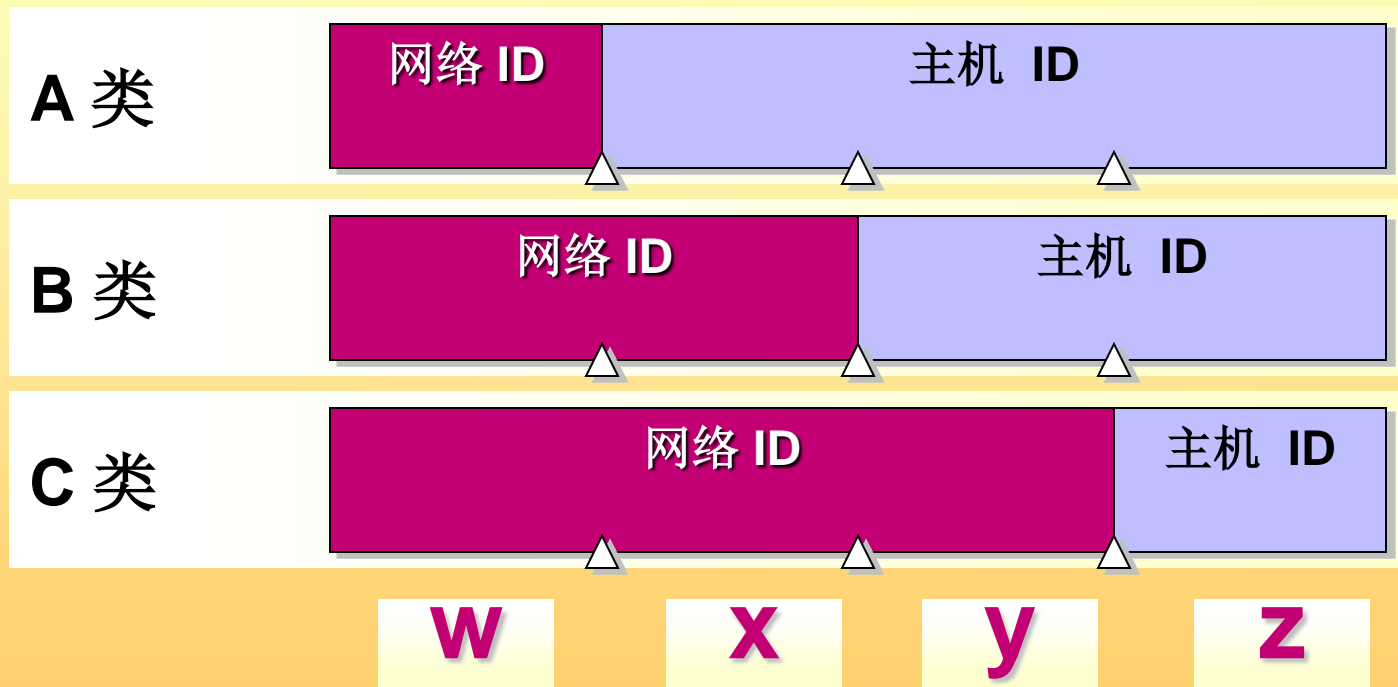
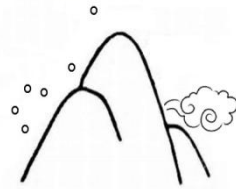
[illegible]



# IP地址的格式与组成



# IP地址的分类



# IP地址的分类



地址类型	引导位	W的范围	地址结构	可用网络地址数	可用主机地址数
<b>A类</b>	<b>0</b>	<b>1-126</b>	网.主.主.主	<b>126(<math>2^7-2</math>)</b>	<b>16777214(<math>2^{24}-2</math>)</b>
<b>B类</b>	<b>10</b>	<b>128-191</b>	网.网.主.主	<b>16384(<math>2^{14}</math>)</b>	<b>65534(<math>2^{16}-2</math>)</b>
<b>C类</b>	<b>110</b>	<b>192-223</b>	网.网.网.主	<b>2097152(<math>2^{21}</math>)</b>	<b>254(<math>2^8-2</math>)</b>
<b>D类</b>	<b>1110</b>	<b>224-239</b>	组播地址		
<b>E类</b>	<b>1111</b>	<b>240-255</b>	研究和实验用地址		

# IP地址的分类



A类:

1	8 9	16 17	24 25	32
0NNNNNNN	Host	Host	Host	
Range (1-126)				

B类:

1	8 9	16 17	24 25	32
10NNNNNN	Network	Host	Host	
Range (128-191)				

C类:

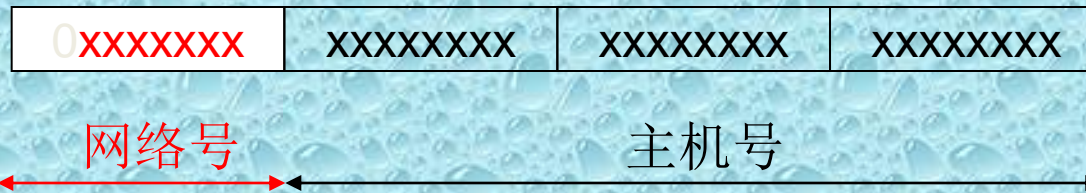
1	8 9	16 17	24 25	32
110NNNN	Network	Network	Host	
Range (192-223)				

D类:

1	8 9	16 17	24 25	32
1110MMMM	Multicast Group	Multicast Group	Multicast Group	
Range (224-239)				

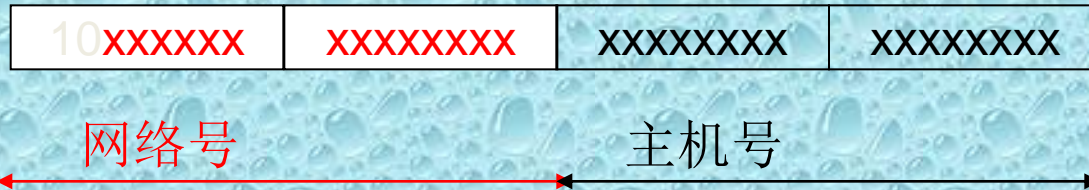


# A类地址



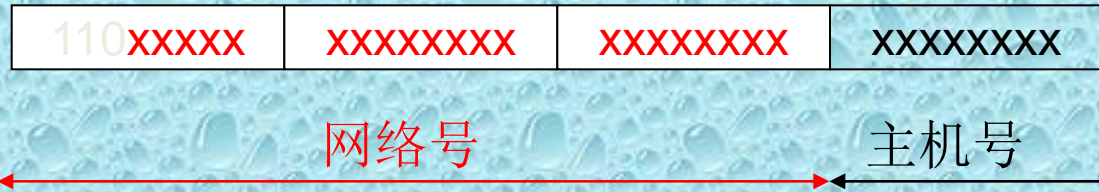
- 第一位设为0，接下7位代表剩余网络号，后24位代表主机号；
- A类地址可以产生126个网络；
- 每个网络可容纳 $2^{24}-2=16777214$ 个主机；
- 第一个域值的范围为1~126 ( $2^7-2$ ) 有效的主机号：  
X.0.0.1 -- X.255.255.254

# B类地址



- 前二位为10，后14位代表剩余网络号，后16位代表主机号；
- B类地址允许16384个网络
- 每个网络可以容纳 $2^{16}-2=65534$ 个主机
- 第一个域的范围为128 -- 191 (10000000 -- 10111111)
- 有效的主机号：X.X.0.1 -- X.X.255.254

# C类地址



- 前三位设为**110**，后**21**位代表剩余网络号，后**8**位代表主机号；
- C类地址可以产生大约**200**万个网络
- 每个网络可容纳 $2^8-2=254$ 个主机
- 第一个域的范围为**192 - 223**（**11000000 - 11011111**）
- 有效的主机号：**X.X.X.1 -- X.X.X.254**

# IP地址的分配原则



- 只有A、B、C三类地址可以分配给计算机和网络设备
- 网络地址相同主机地址必须唯一
- 网络地址的第一个数字不能为127，保留用来测试连接
- 网络地址不能全为0，也不能全为1.
- 主机地址中不能全为0，也不能全为1：主机地址全为0用来表示网络地址，全为1用作广播
- 不能使用的IP：0.0.0.0、255.255.255.255、127.x.x.x、A.0.0.0、A.255.255.255、B.B.0.0、B.B.255.255、C.C.C.0、C.C.C.255



# 哪些IP可以分配给主机?



- 10.0.0.1
- 128.0.1.0
- 202.102.1.0
- 127.100.1.1
- 258.4.4.1
- 1.1.1.1



# 专网IP和公网IP



- 专网IP（不允许在因特网中使用）

10.0.0.0 – 10.255.255.255

1个A类地址段

172.16.0.0 – 172.31.255.255

16个B类地址段

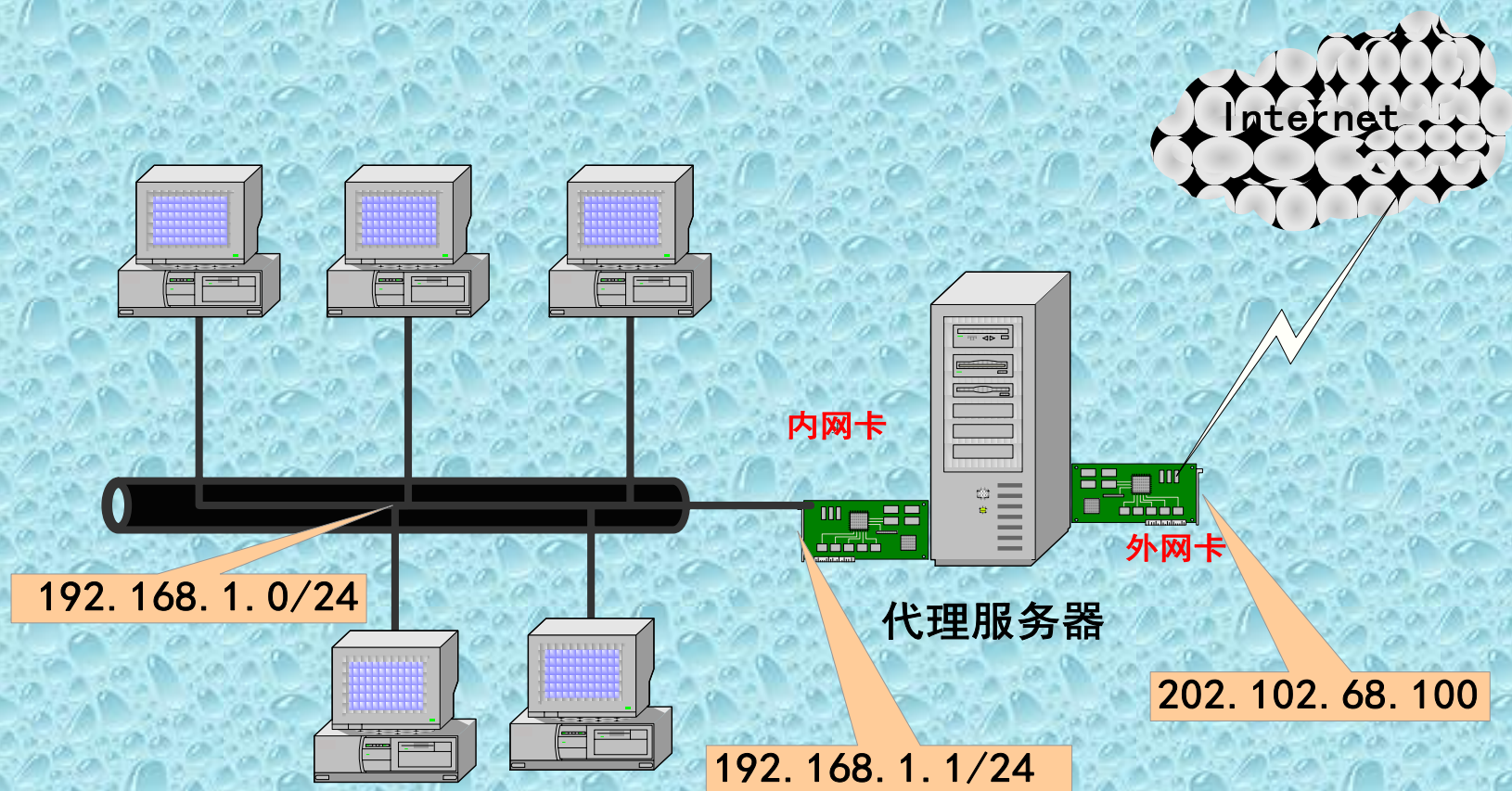
192.168.0.0 – 192.168.255.255

256个C类地址段

- 公网IP（供Internet使用）

➤ 如果公司内部使用保留IP地址，在连接因特网时，需要使用网络地址转换技术NAT把私有IP地址转换为因特网上合法的公有IP地址

# 专网IP和公网IP应用



# 子网和子网掩码



- 子网
- 子网掩码
- 缺省的子网掩码
- 可变长子网掩码(VLSM)
- 无类域间路由 (CIDR)
- IPv6简介

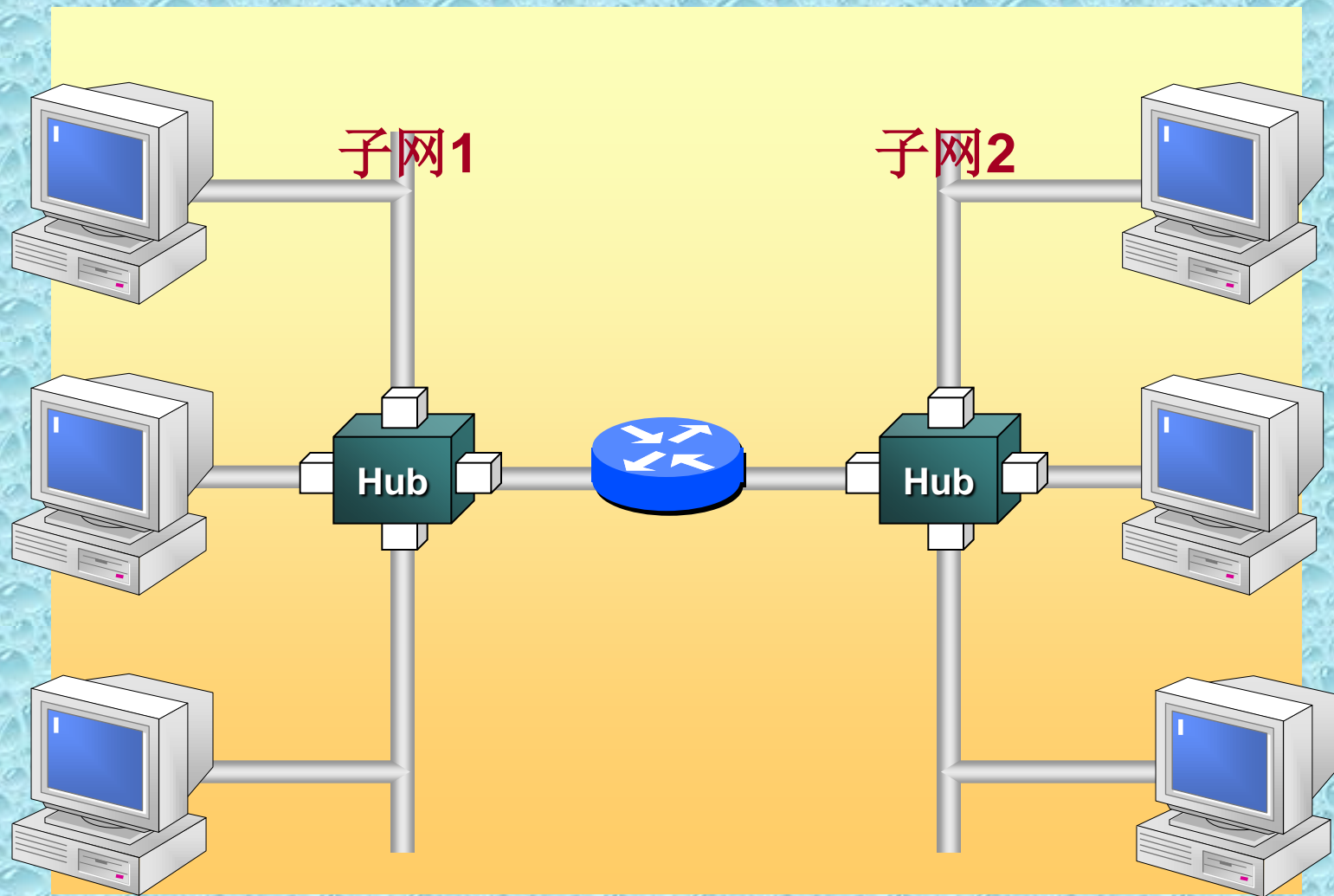
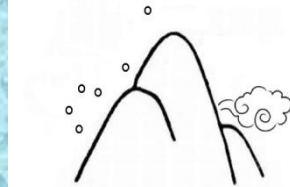
# 子网



- 子网(Subnet)是在TCP/IP网络上，用路由器连接的网段。同一子网内的IP地址必须具有相同的网络地址。



# 不同子网示意图





# 子网掩码



- 子网掩码的作用
- 缺省的子网掩码

# 子网掩码的作用



子网掩码(**Subnet Mask**)用来确定IP地址中的网络地址部分。其格式与IP地址相同，也是一组**32位**的二进制数。

子网掩码中为“**1**”的部分所对应是IP地址中的网络地址部分，为“**0**”的部分所对应是IP地址中的主机地址部分。

举例	IP地址：192.168.100.100
子网掩码	255.255.255.0
则网络地址为	192.168.100.0

# 与运算



- 利用子网掩码和IP “与” 运算得到网络地址

**193.108.18.2** 11000001 01101100 00010010 00000010

**255.255.255.0** 11111111 11111111 11111111 00000000

AND

11000001 01101100 00010010 00000000

**193 . 108 . 18 . 0**

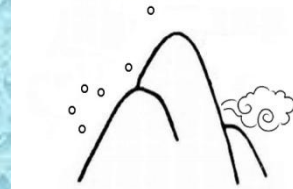
# 缺省的子网掩码



- **A类地址:** 255.0.0.0  
(前1个8位组是网络地址)
- **B类地址:** 255.255.0.0  
(前2个8位组是网络地址)
- **C类地址:** 255.255.255.0  
(前3个8位组是网络地址)



# 子网掩码/网关的作用





# VLSM概述



VLSM(可变长子网掩码) 提供了在一个主类(A类、B类、C类)网络内包含多个子网的能力, 可以对一个子网再进行子网划分, 使IP地址得到最充分的利用.

## 划分子网

- --就是借用主机号的位充当网络号来扩大网络的个数
- VLSM技术可以避免固定长度子网掩码浪费地址空间的问题。

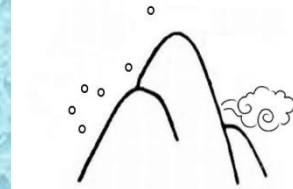
# 缺省情况下的子网掩码



网络		主机	
172.16.2.160	10101100 00010000	00000010 10100000	
255.255.0.0	11111111 11111111	00000000 00000000	
	10101100 00010000	00000000 00000000	
网络号	172	16	0

- 缺省情况下子网未划分

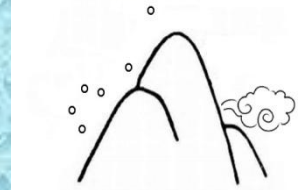
# 利用子网掩码划分子网



	网络		子网	主机
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
	10101100	00010000	00000010	00000000
			128 192 224 240 248 252 254 255	
网络地址	172	16	2	0

- 扩展了8位地址的网络

# 利用子网掩码划分子网

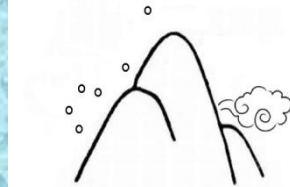


	网络		子网	主机
172.16.2.160	10101100	00010000	00000010	10100000
255.255.255.192	11111111	11111111	11111111	11000000
	10101100	00010000	00000010	10000000
			128 192 224 240 248 252 254 255	128 192 224 240 248 252 254 255
网络地址	172	16	2	128

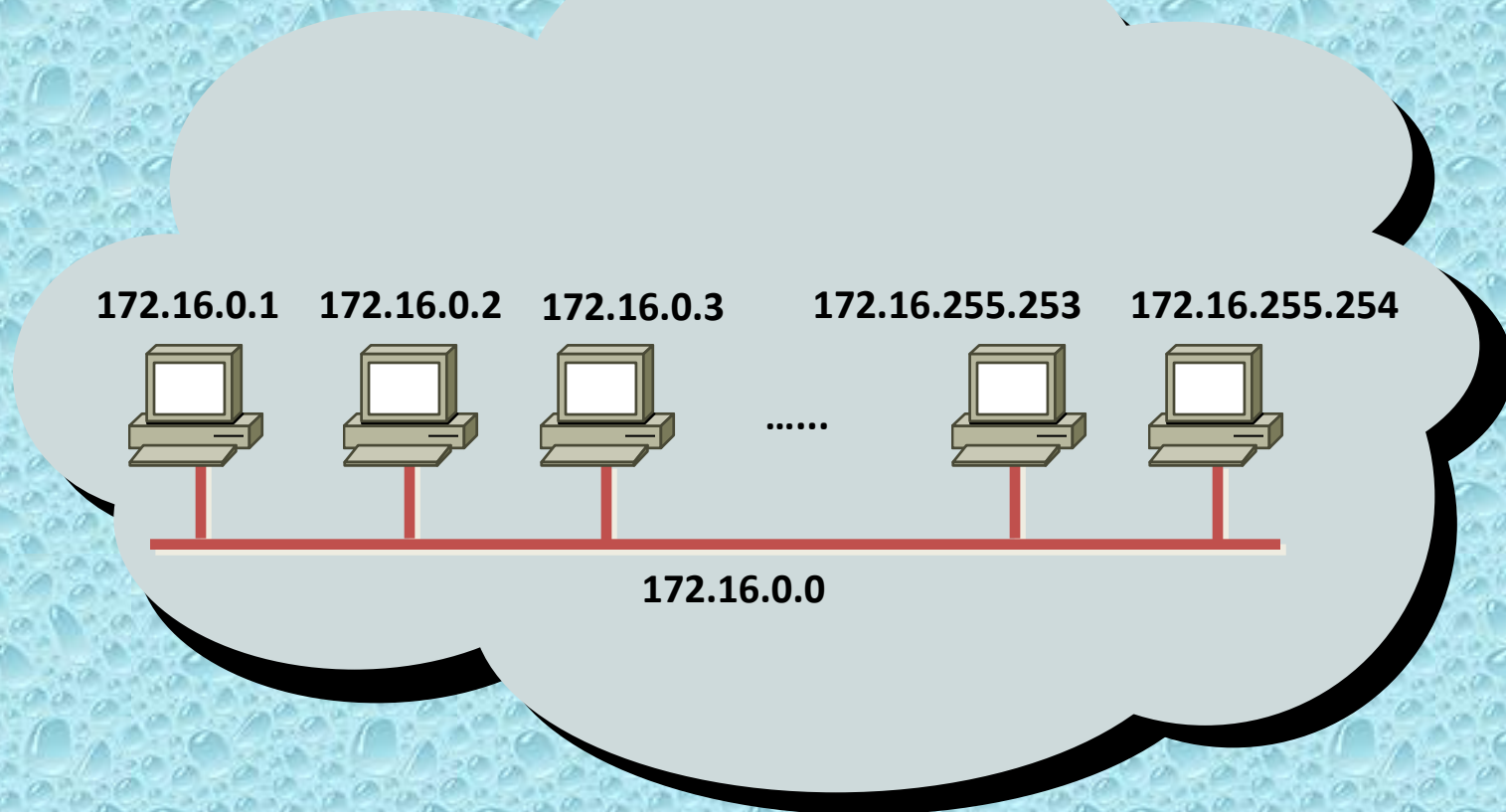
- 扩展了10位地址的网络



# 不设子网的地址

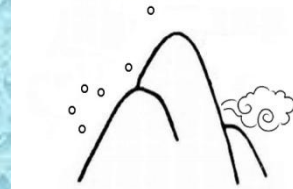


- 网络 172.16.0.0

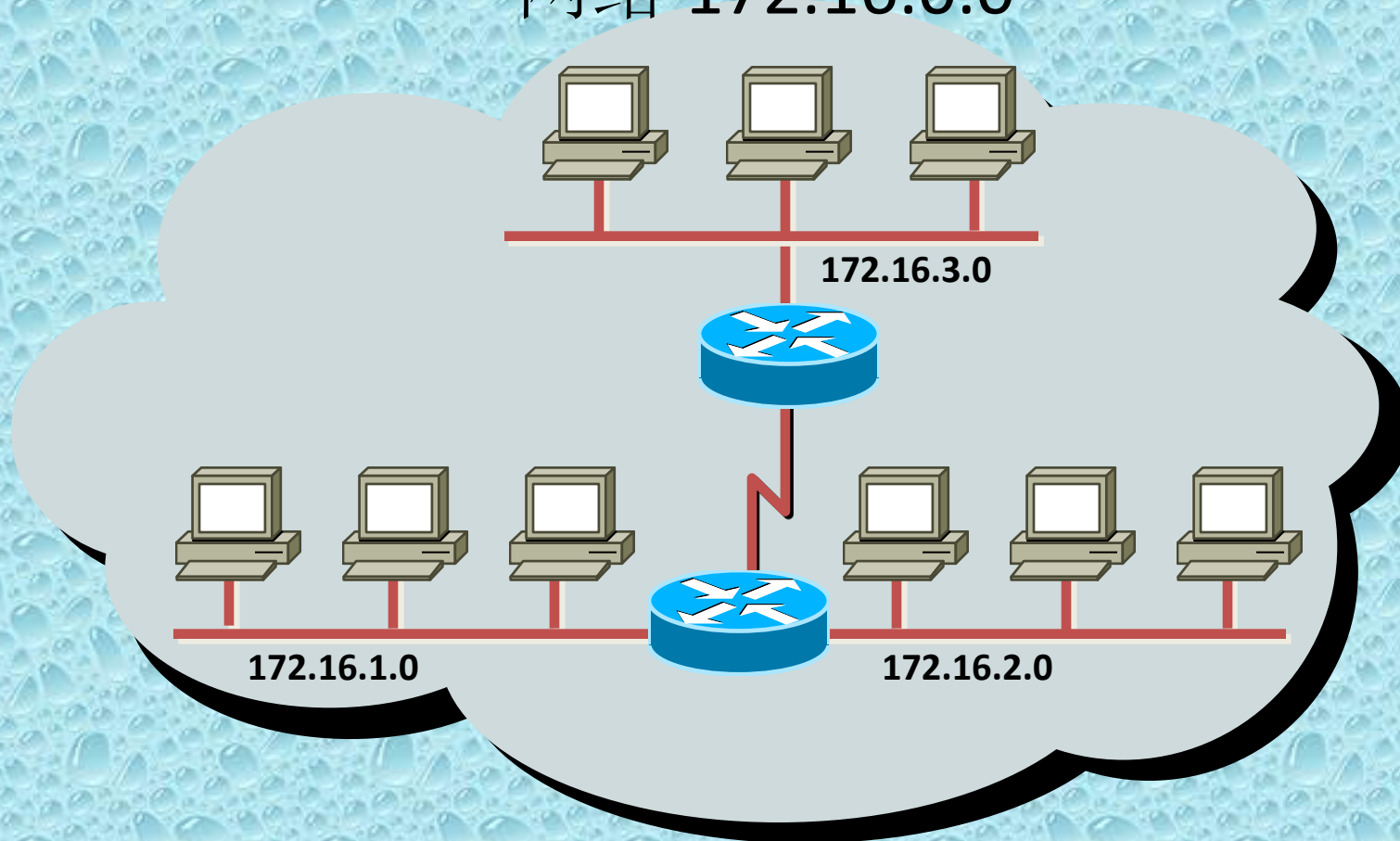




# 设置子网的地址



- 网络 172.16.0.0



# 划分子网举例



申请到一个c类地址:192.168.1.0  
子网掩码: 255.255.255.0

公司中共有200台主机,现要求  
划分四个子网,每个子网中最  
少能容纳50台主机。

首先要做的就是将主机位按二进制的形式写出来,也就是最后一个八位数。如果需要划分四个子网,需要从主机位中借用至少二位做子网位来实现,但是还要求一个子网中能容纳50台主机,所以至少要留下六位做主机位,综合考虑之后,方案就是借二位主机位做网络位,剩下的六位做主机位,即可以满足上面的要求。

# 步骤1



	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.1.0:	11000000	10101000	00000001	00	000000
				xx	000000
子网1	11000000	10101000	00000001	00	xxxxxx
子网2	11000000	10101000	00000001	01	xxxxxx
子网3	11000000	10101000	00000001	10	xxxxxx
子网4	11000000	10101000	00000001	11	xxxxxx

## 步骤2



	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.1.0: 255.255.255.192	11000000	10101000	00000001	00	0000000
				xx	0000000
子网1	11000000	10101000	00000001	00	xxxxxxx
子网2	11000000	10101000	00000001	01	xxxxxxx
子网3	11000000	10101000	00000001	10	xxxxxxx
子网4	11000000	10101000	00000001	11	xxxxxxx

子网1：最后一组八位数的范围是0-63，但是主机地址不能全为0，也不能全为1，所以可用地址范围为192.168.1.1 - 192.168.1.62

子网1的网络地址：192.168.1.0

子网1的广播地址：192.168.1.63



# 步骤3



	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.1.0: 255.255.255.192	11000000	10101000	00000001	00	000000 xx 000000
子网1	11000000	10101000	00000001	00	xxxxxxx
子网2	11000000	10101000	00000001	01	xxxxxxx
子网3	11000000	10101000	00000001	10	xxxxxxx
子网4	11000000	10101000	00000001	11	xxxxxxx

子网2：最后一组八位数的范围是64-127 ，但是主机地址不能全为0，也不能全为1，所以可用地址范围为192.168.1.65 - 192.168.1.126

子网2的网络地址：192.168.1.64

子网2的广播地址：192.168.1.127

# 步骤4



	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.1.0: 255.255.255.192	11000000	10101000	00000001	00	000000
				xx	000000
子网1	11000000	10101000	00000001	00	xxxxxx
子网2	11000000	10101000	00000001	01	xxxxxx
子网3	11000000	10101000	00000001	10	xxxxxx
子网4	11000000	10101000	00000001	11	xxxxxx

子网3：最后一组八位数的范围是128-191 ，但是主机地址不能全为0，也不能全为1，所以可用地址范围为192. 168. 1. 129 - 192. 168. 1. 190

子网3的网络地址：192. 168. 1. 128

子网3的广播地址：192. 168. 1. 191

# 步骤4



	Network	Network	Network	Subnet	Host
192.168.1.0: 255.255.255.192	11000000	10101000	00000001	00	000000
				xx	000000
子网1	11000000	10101000	00000001	00	xxxxxx
子网2	11000000	10101000	00000001	01	xxxxxx
子网3	11000000	10101000	00000001	10	xxxxxx
子网4	11000000	10101000	00000001	11	xxxxxx

子网4：最后一组八位数的范围是192-255 ，但是主机地址不能全为0，也不能全为1，所以可用地址范围为192. 168. 1. 193 - 192. 168. 1. 254

子网4的网络地址：192. 168. 1. 192

子网4的广播地址：192. 168. 1. 255



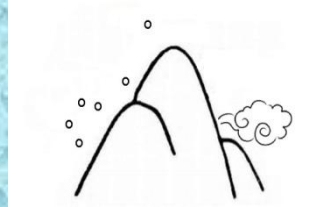
# 完成下列表



IP地址	子网掩码	分类	网络地址	广播地址
172.16.2.10	255.255.255.0	B	172.16.2.0	172.16.2.255
10.6.24.20	255.255.240.0	A		
10.30.36.12	255.255.255.0	A		

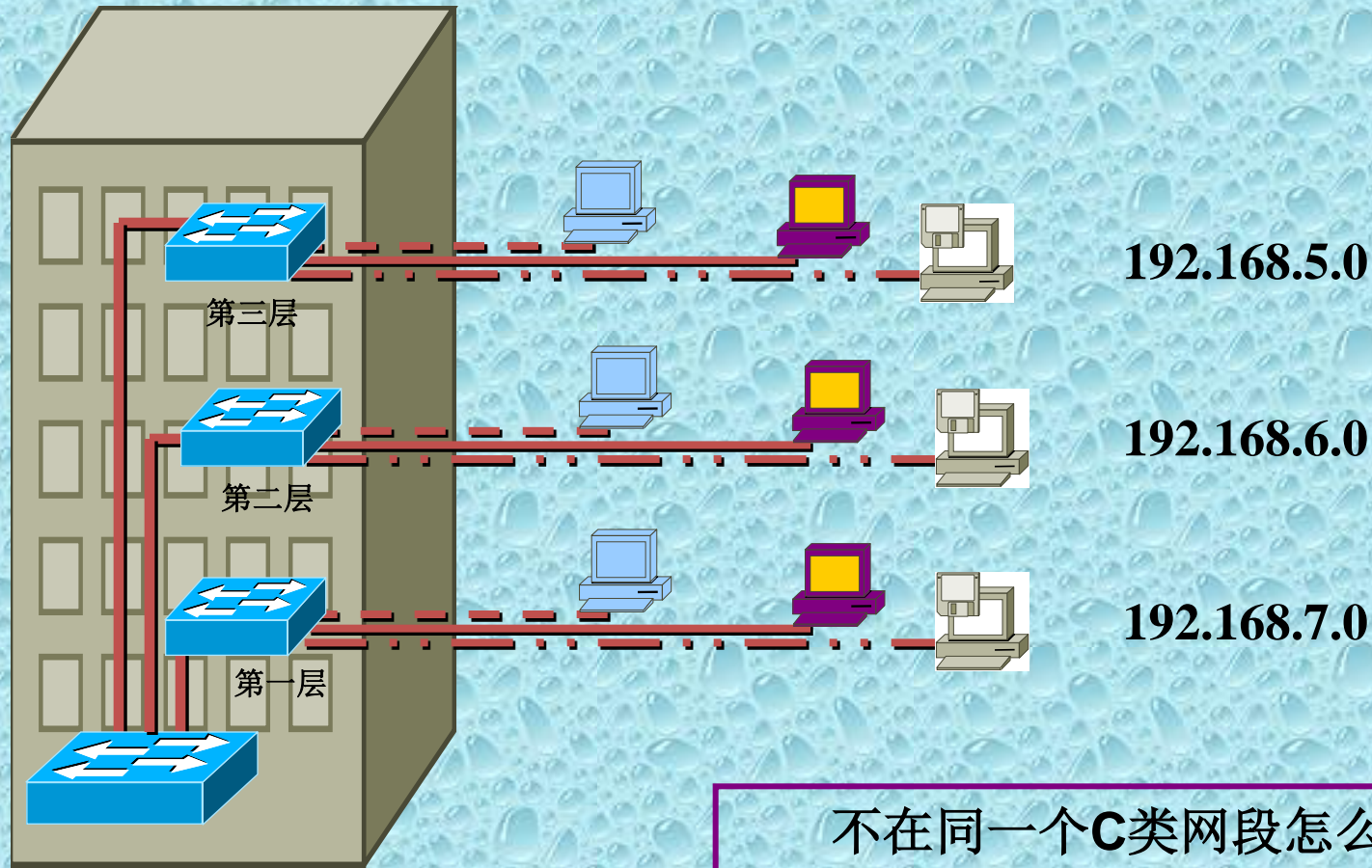
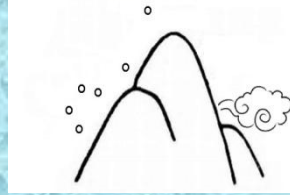


# 无类域间路由 (CIDR)



- 无类别域间路由CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- CIDR是借用网络号充当主机号，来构造大型的网络,帮助减缓IP地址耗尽和路由表增大的问题
- 产生的背景：
  - 1. 已分配的网络数目的增长使路由表大得难以管理，相当程度上降低了路由器的处理速度。
  - 2. 僵化的地址分配方案使很多地址被浪费，尤其是B类地址十分匮乏。
- 作用：
  - 明显减少了路由表的增长

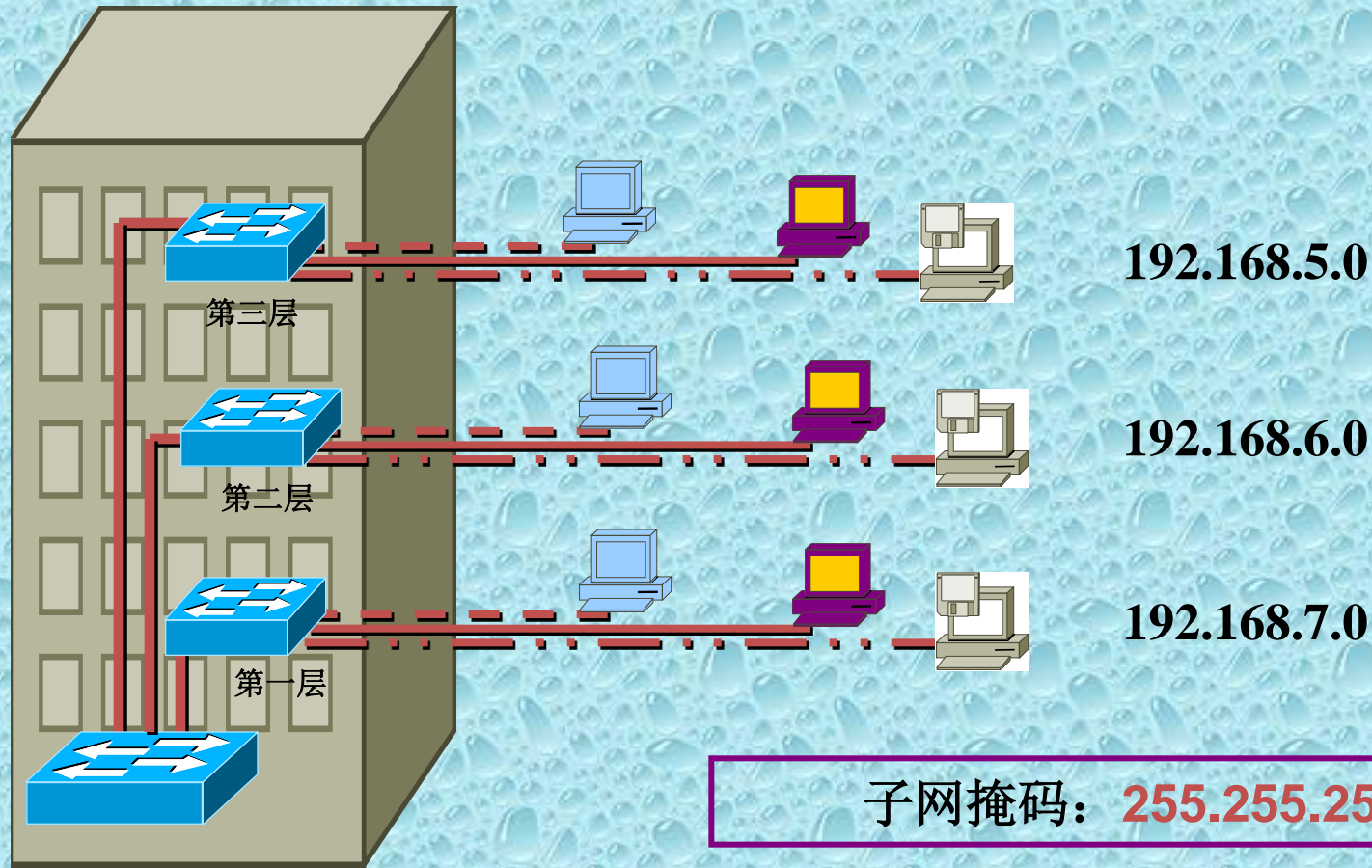
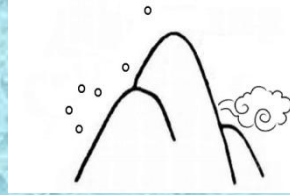
# 超网技术



不在同一个C类网段怎么办？

**255.255.255.0**

# 超网技术（续）



# 思路



确定网络类型：**C类**

集成前的子网掩码：

**255.255.255.0 11111111.11111111.11111111.00000000**

各子网的网络号转换为二进制，观察其差别

**192.168.5.0 11000000. 10101000. 00000101. 0.....**

**192.168.6.0 11000000. 10101000. 00000110. 0.....**

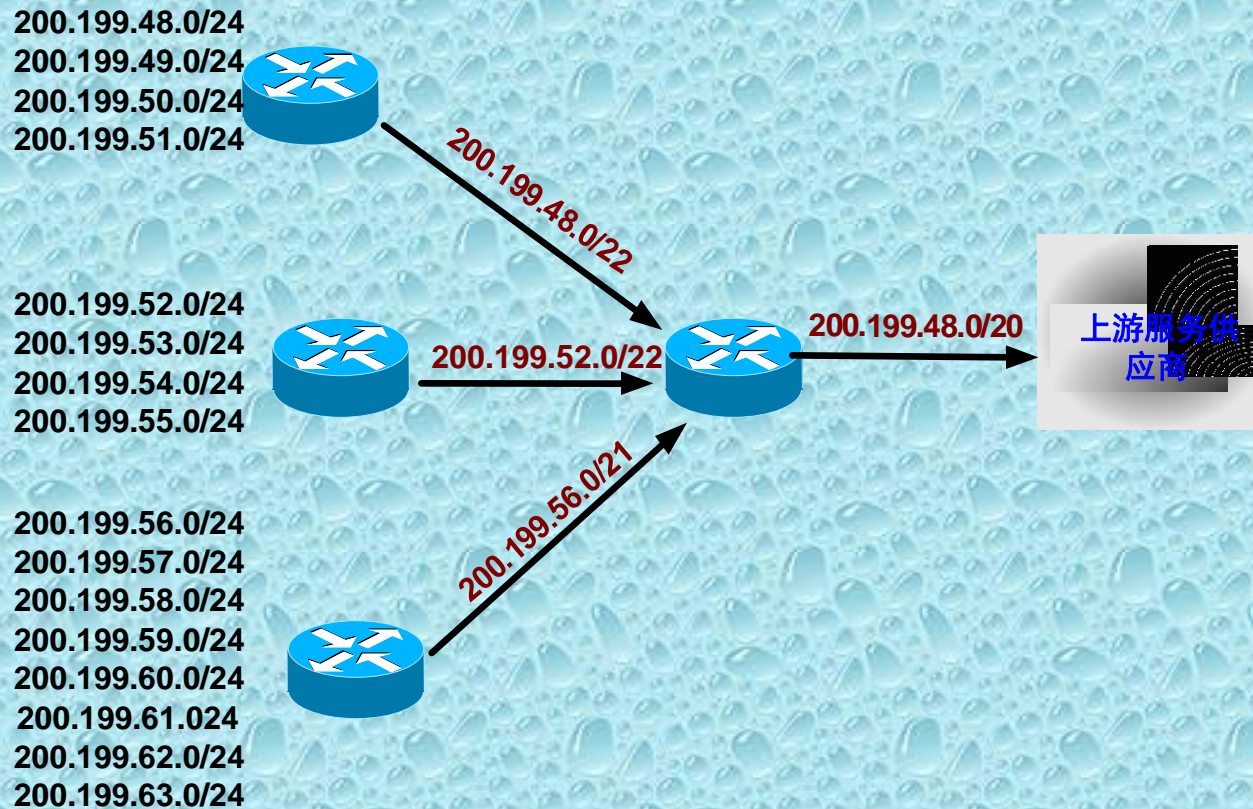
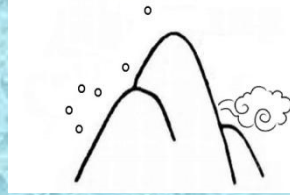
**192.168.7.0 11000000. 10101000. 00000111. 0.....**

由于后几位不同，其余的位相同，因而集成后的子网掩码

**11111111. 11111111. 11111100. 0=255.255.252.0**



# 减小路由表的增长速度



# CIDR 标记法



IP  
地址

**10 . 217 . 123 . 7**

00001010 11011001 01111011 00000111

子网掩码

**255 . 255 . 240 . 0**

11111111 11111111 11110000 00000000

子网掩码  
1的数量

$$8 + 8 + 4 + 0 = 20$$

CIDR表示的  
IP地址

**10.217.123.7/20**

# CIDR 标记法(2)



- 也称网络前缀标记法。
- IP: 10.217.123.7/20
- 表示: 其子网掩码有20个连续的1, 用来确定网络ID; 余下的必须是0, 用来确定主机ID。

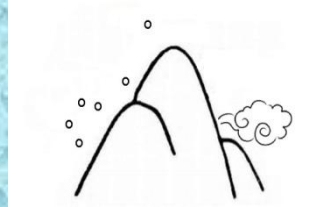
# 无类域间路由CIDR举例



- 比如，ICANN宁愿分配8个以C类网络ID的范围给一达2000主机的组织，也不愿分配1个B类网络ID。每个C类网络ID提供254台主机，总数达2032的主机ID。



# IPv6简介



- ◆ 将IP地址从32位增加到128位。
- ◆ 通过增加一个作用域字段而改进了多点播送地址。
- ◆ 新的任意播（anycast）IP地址类型用于向组内任何成员发送包，通常是最近的组成员。
- ◆ 用可选的扩展头部替代头部中选项字段。
- ◆ 删除头部校验和字段。
- ◆ 删除所有分段处理所用的字段，所以仅执行端到端的分段。
- ◆ 新的流标号字段可用来标识特定的用户数据流或通信量类型。
- ◆ 扩展了对认证、数据一致性和（可选的）数据保密的支持。兼容IPv4。