



IP地址与子网划分

■ 版本

两个版本， IPV4 ， IPV6

■ 地址组成

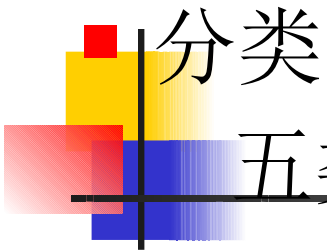
网络地址 + 主机地址

■ IPV4 基础概念

（ 1 ） 32 位二进制

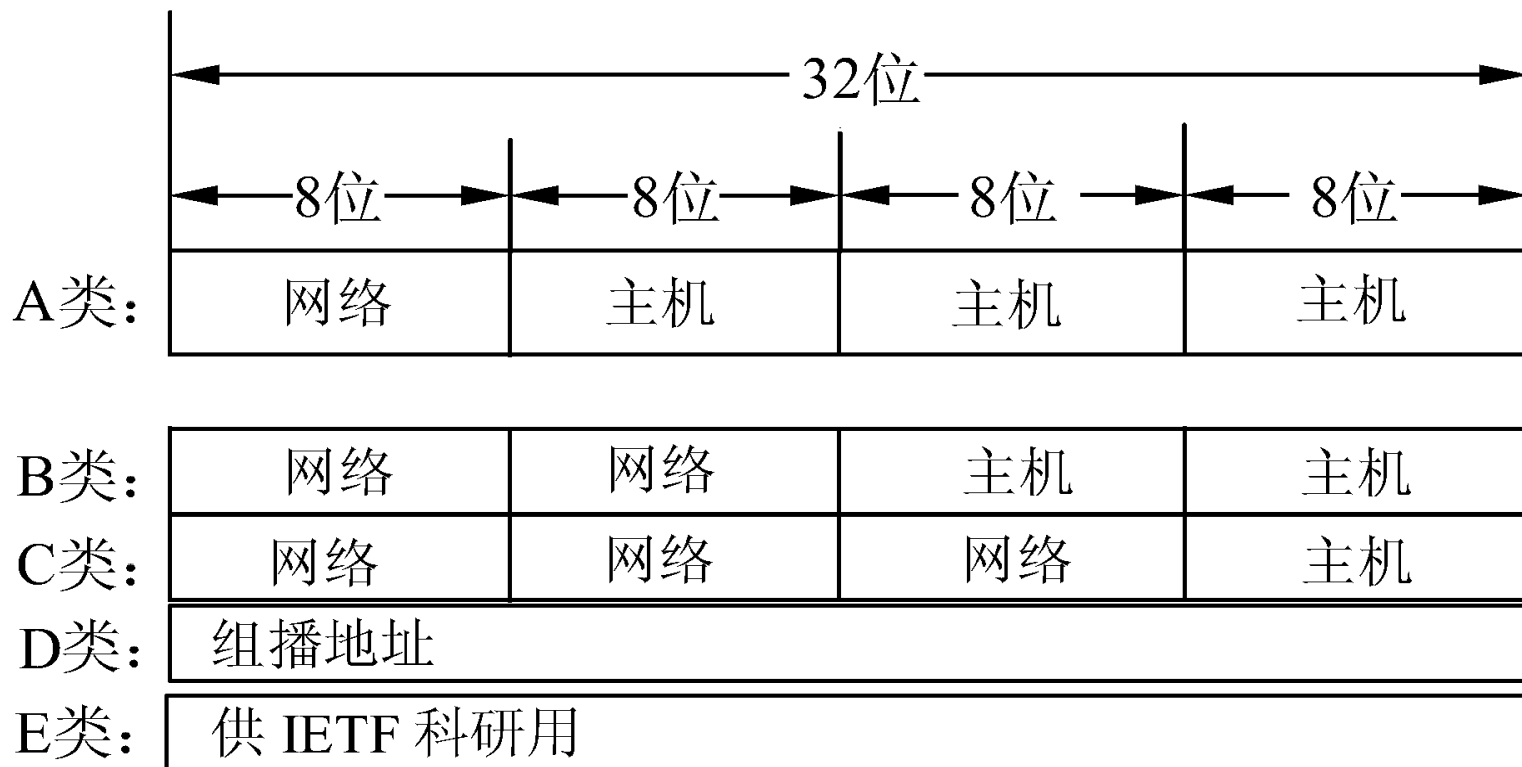
（ 2 ） 通常采用十进制，以点分割

（点分十进制表示法）

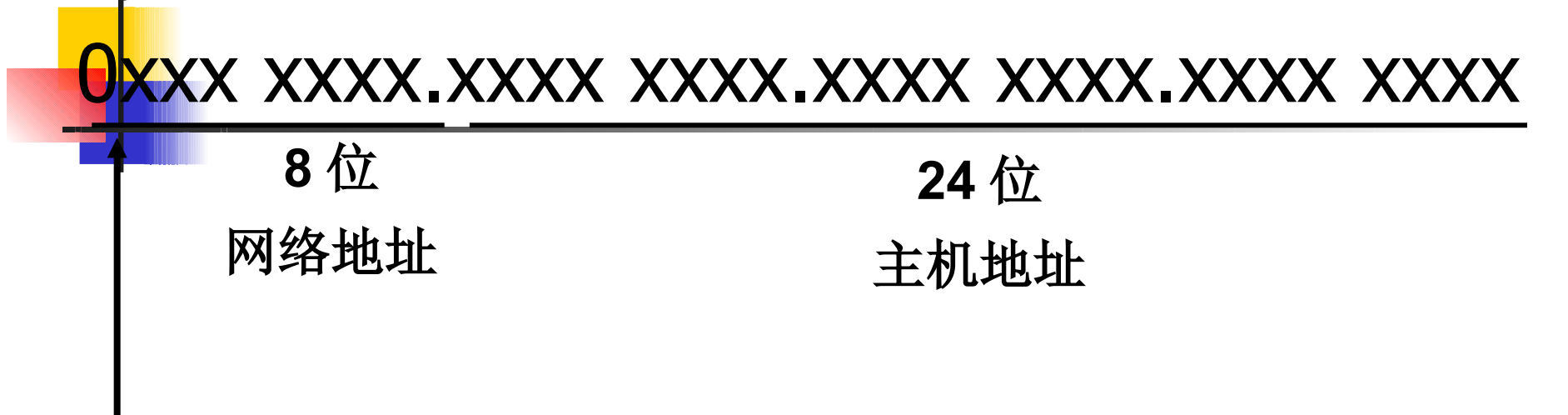


分类

五类（A、B、C、D、E）



A 类地址



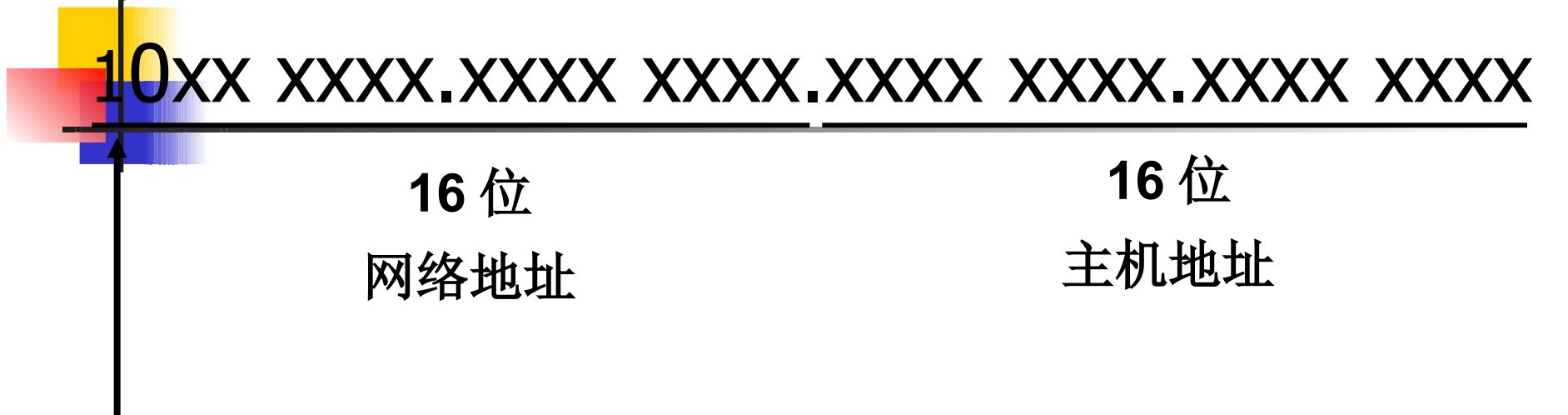
标识

第一组段以 0 开头，

二进制取值范围 **0000 0000~0111 1111**

十进制 **0~127**

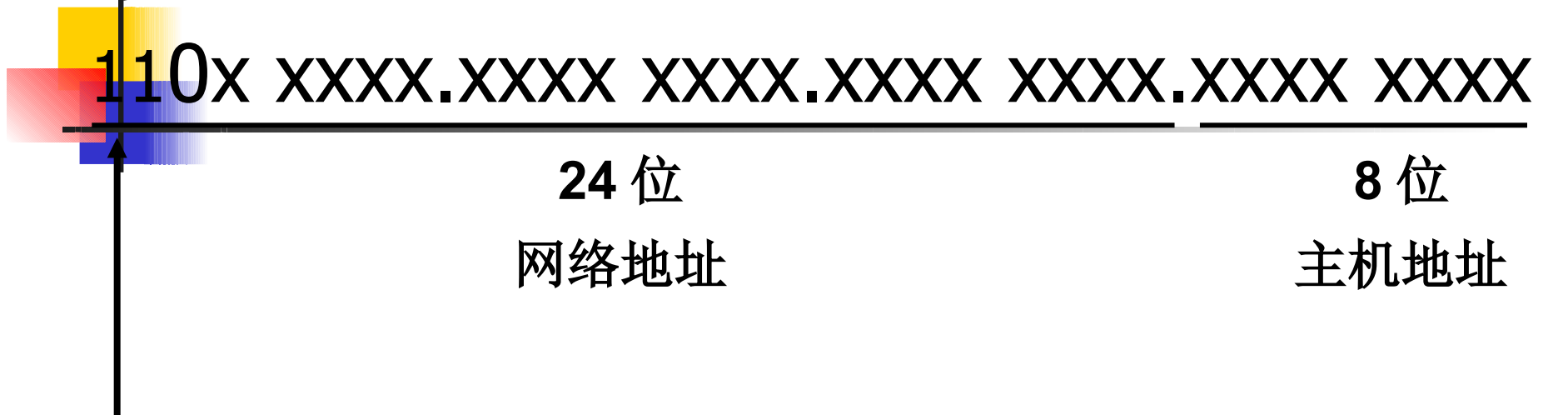
B 类地址



标识

第一组段以 10 开头，
二进制取值范围 1000 0000~1011 1111
十进制 128~191

C 类地址



标识

第一组段以 110 开头，
二进制取值范围 1100 0000~1101 1111
十进制 192~223

■ D 类地址

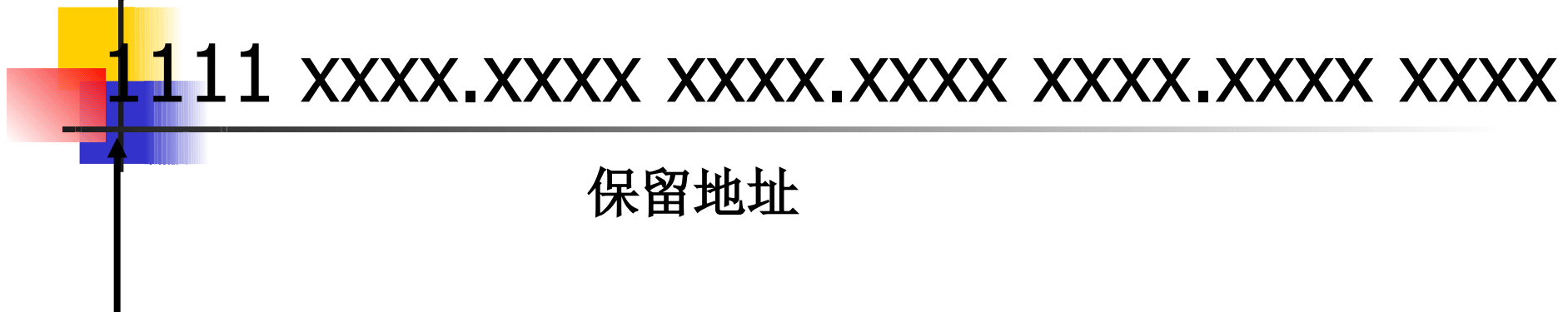
1110 xxxx.xxxx xxxx.xxxx xxxx.xxxx xxxx

组播地址

标识

第一组段第一位为 1110 ,
二进制取值范围 1110 0000~1110 1111
十进制 224~239

■ E 类地址



标识

第一组段第一位为 1111 ,
二进制取值范围 1111 0000~1111 1111
十进制 240~255

掩码的概念和作用

使用掩码来确定 IP 地址中网络地址和主机地址的组成

十进制表示	255 255	0 0
二进制表示	11111111 11111111	00000000 00000000
作用表示	网络域	主机域
表示IP地址的	网络ID	主机ID

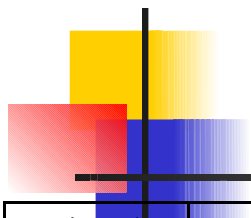


■ 掩码

A 类 255.0.0.0

B 类 255.255.0.0

C 类 255.255.255.0



类别	网络地址	主机地址	标识	IP 地址范围	默认掩码
A	8	24	0xxx xxxx	0.x.x.x~ 127.x.x.x	255.0.0.0
B	16	16	10xx xxxx	128.x.x.x~ 191.x.x.x	255.255.0.0
C	24	8	110x xxxx	192.x.x.x~ 223.x.x.x	255.255.255.0
D	组播地址		1110 xxxx	224.x.x.x~ 239.x.x.x	x
E	保留地址		1111 xxxx	240.x.x.x~ 255.x.x.x	x

特殊的 IP 地址

■ 网络地址和主机地址的特殊情况

0.0.0.0（未知地址）

255.255.255.255（本地广播，也叫有限广播地址）

主机位全 0（代表整个网段）

如：**192.168.1.0**

主机位全 1（代表面向某个网络的定向广播，也叫直接广播地址，它包含一个有效的网络号和主机号）如：**192.168.1.255**

■ 私有地址

10.0.0.0~10.255.255.255

172.16.0.0~172.31.255.255

192.168.0.0~192.168.255.255

■ 回测地址：**127.x.x.x**

特殊的 IP 地址

组播地址

224.0.0.1 对所有的主机

224.0.0.2 对所有的路由器

- 客户机无法找到 **DHCP** 服务器时自动生成的地址

169.254.x.x （自动分配私有地址）

问题

类别	有效网络数目	有效主机数目	有效地址范围
A			
B			
C			
D			
E			

问题

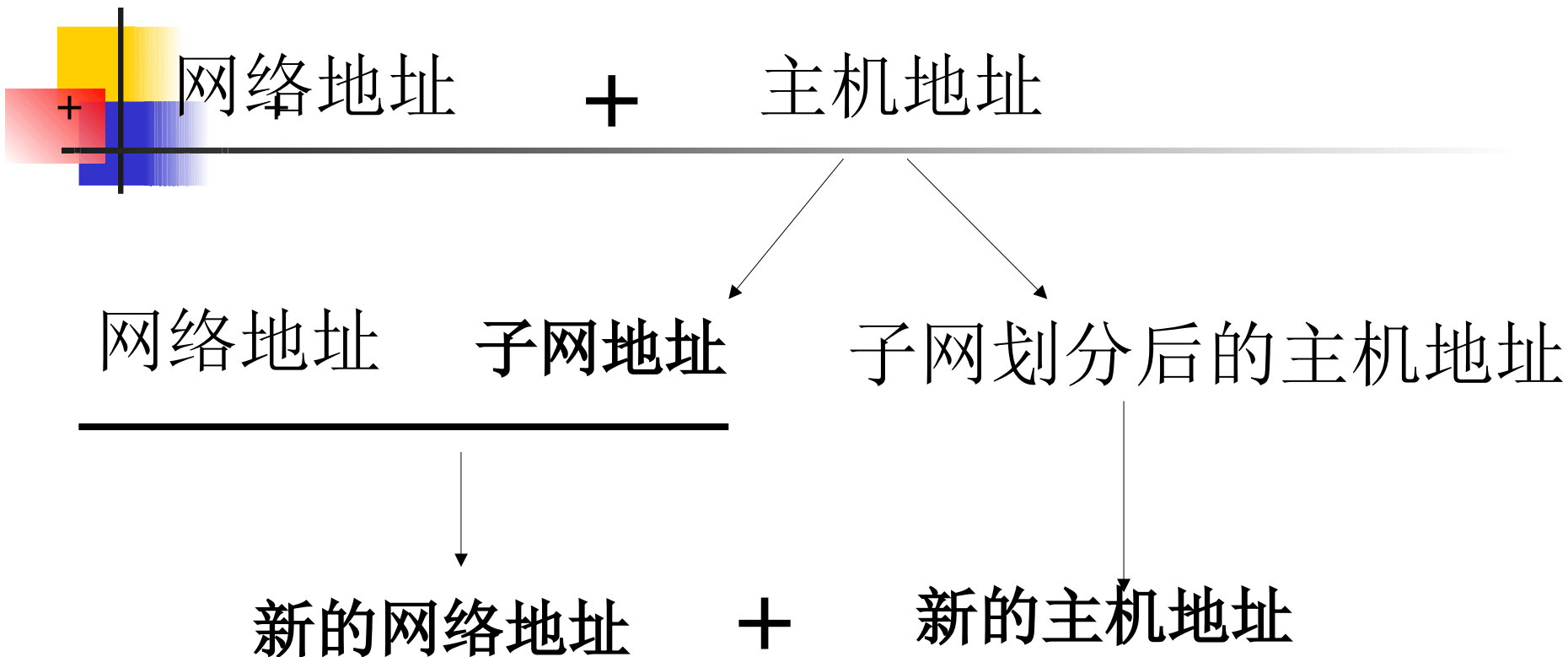
类别	有效网络数目	有效主机数目	有效地址范围
A	$2^7 - 2 = 126$	$2^{24} - 2$	1.0.0.0~126.0.0.0
B	$2^{16} - 2 = 214$	$2^{16} - 2$	128.0.0.0~ 191.255.0.0
C	$2^{24} - 3 = 221$	$2^8 - 2 = 254$	192.0.0.0~ 223.255.255.0
D	组播地址		
E	保留地址		



子网掩码的概念、作用和确定方法

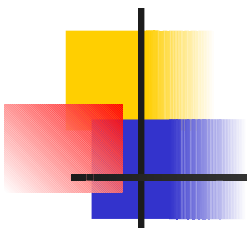
- 子网掩码的应用打破了默认掩码的限制，使用户可以根据实际需要自己定义和管理网络地址。

子网划分



子网划分 核心思想：

从主机部分借位用来表示子网的地址



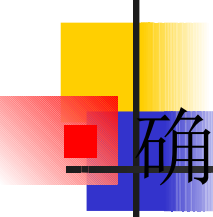
默认掩码

11111111	11111111	000 00000 00000000
网络ID		主机ID

子网掩码

11111111	11111111	111 00000 00000000
网络ID		子网ID 主机ID

子网划分方法



确认子网位

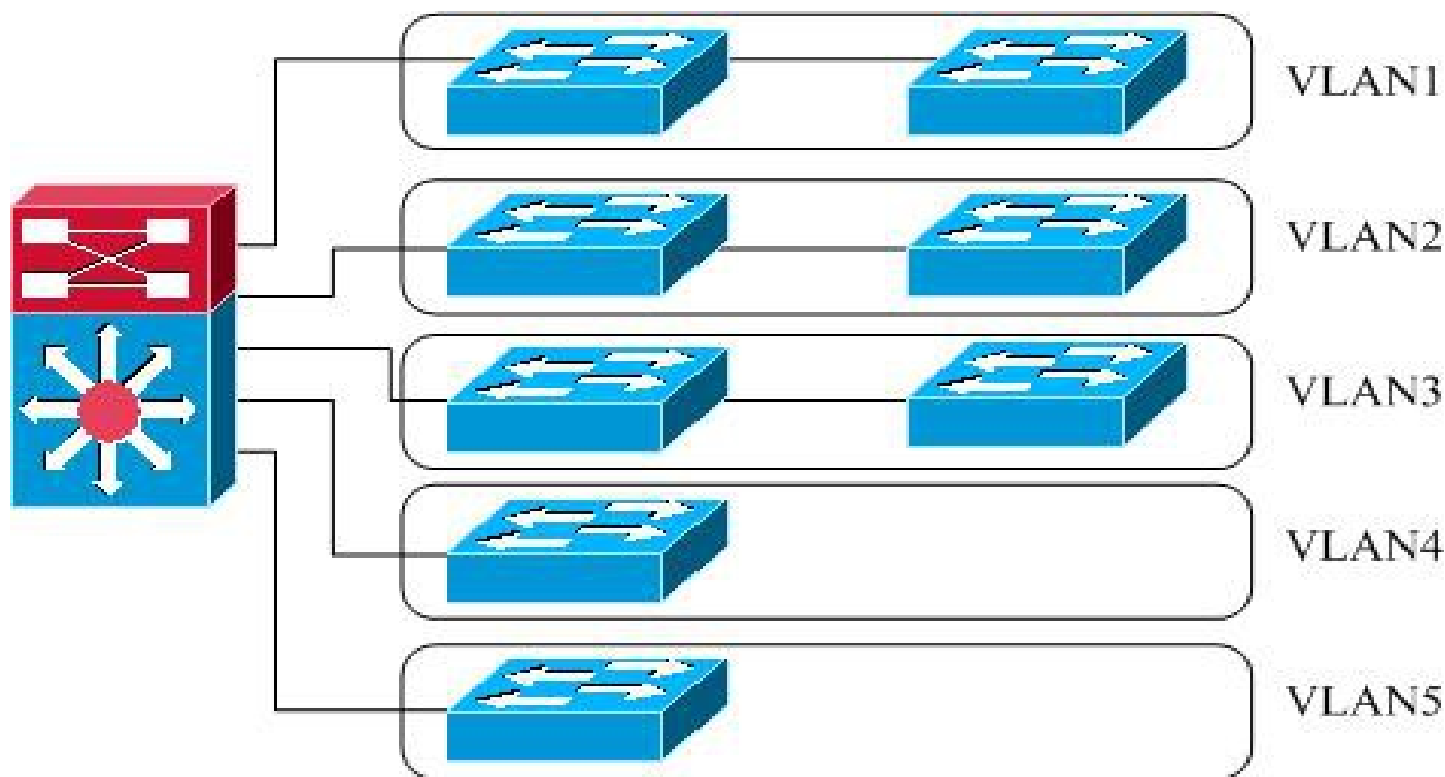
子网位数 n 子网数目 X

$$2^n \geq X$$

- 验证主机位
- 确认子网的地址
 - ** 注意全 **0** 和全 **1** 的子网也可用
- 确定每一个子网的主机地址

子网划分实例介绍

■ 某公司需要再对其内部网络进行 **VLAN** 划分。他们决定采用 **C** 类网络 **192.168.1.0/24**，在这个网络中划分出 **5** 个子网，分别用于不同的 **VLAN**，每个 **VLAN** 能容纳的主机数为 **20~25**，如图 **8-51** 所示，具体的划分方法如下：



① 确定子网位。 $22 < 5 < 23$

② 验证主机位。 $25-2=30$

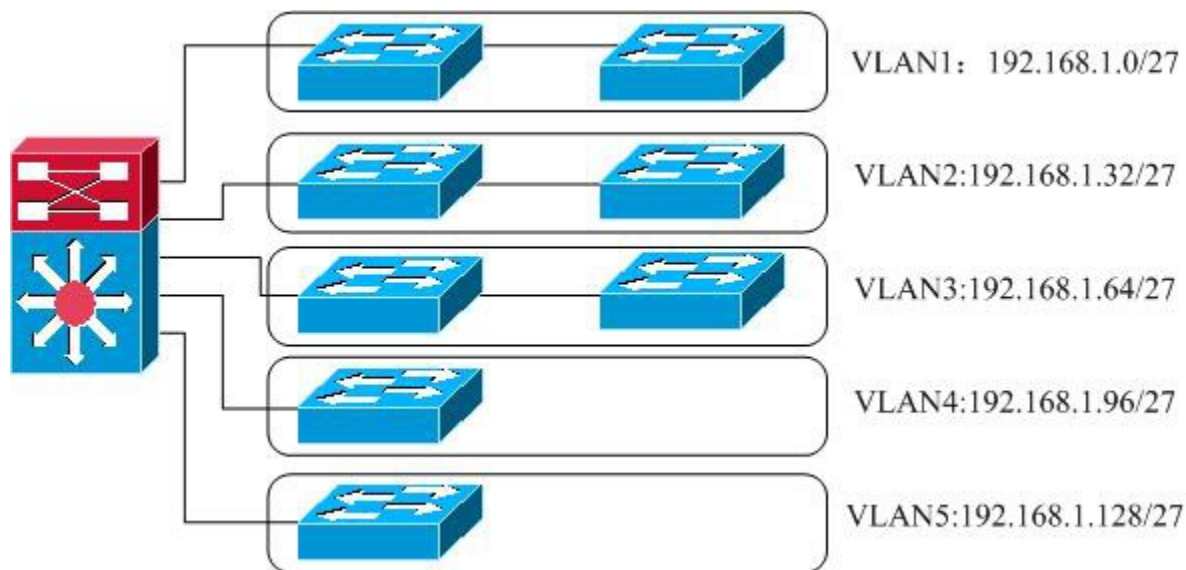
③ 确定子网的地址。

	192	168	1	0		
192.168.1.0/24	11000000	10101000	00000001	000	00000	原网络地址
255.255.255.224	11111111	11111111	11111111	111	00000	新子网掩码
192.168.1.0/27	11000000	10101000	00000001	000	00000	子网0
192.168.1.32/27	11000000	10101000	00000001	001	00000	子网1
192.168.1.64/27	11000000	10101000	00000001	010	00000	子网2
192.168.1.96/27	11000000	10101000	00000001	011	00000	...
192.168.1.128/27	11000000	10101000	00000001	100	00000	...
192.168.1.160/27	11000000	10101000	00000001	101	00000	...
192.168.1.192/27	11000000	10101000	00000001	110	00000	...
192.168.1.224/27	11000000	10101000	00000001	111	00000	最后一个子网
	缺省子网掩码位			子网ID		

④ 确定每个子网的主机地址。

	192	168	1	32		
192.168.1.32/27	11000000	10101000	00000001	001	00000	子网
255.255.255.224	11111111	11111111	11111111	111	00000	新子网掩码
192.168.1.33/27	11000000	10101000	00000001	001	00001	第一个主机
	⋮	⋮	⋮		⋮	
192.168.1.62/27	11000000	10101000	00000001	001	11110	最后一个主机
192.168.1.63/27	11000000	10101000	00000001	001	11111	子网广播
	缺省子网掩码位			子网ID	主机ID	

最后给出子网设计和地址分配





其实，我们可以通过一张图来说明子网位与掩码值之间的关系，因为子网的划分一般是在缺省子网的基础上，对其中的某一个 8 位二进制段从左向右确定 1 的位数，如图 8-55 所示。通过图 8-55，读者可以方便地建立子网位与掩码值之间的关系。

习题

某企业计划内部网络设计规划 IP 地址，划分 6 个部门，其中拥有计算机数目最多的一个部门有 400 台主机，请问按照子网划分的办法，目前准备采用 192.168.10.0 网段或是 172.20.0.0 网段，请问

- （1）这两个网段默认是哪一类地址，各自的默认掩码是多少
- （2）根据规划要求，我们应当选取哪一个网段，为什么
- （3）规划后的网络子网掩码是多少
- （4）规划后的每个子网的 IP 地址范围是多少

192.168.10.0 网段或 172.20.0.0 网段

■ 1) 这两个网段默认是哪一类地址，各自的默认掩码是多少

知识点：

IP 地址的分类

默认掩码

难度：



192.168.10.0 网段或 172.20.0.0 网段

■ 1) 这两个网段默认是哪一类地址，各自的默认掩码是多少

192.168.10.0 C 类网址

默认掩码 255.255.255.0

172.20.0.0 B 类网址

默认掩码 255.255.0.0

■ (2) 根据规划要求, 我们应当选取哪一个网段, 为什么

知识点:

IP 地址的组成

IP 地址 A、B、C 类网络地址和主机地址的位数

子网划分的概念

子网位数和主机位数的确定

难度:



■ (2) 根据规划要求, 我们应当选取哪一个网段, 为什么

■ 已知条件

6 个部门 (子网数目)

其中某个部门最多 400 台电脑 (主机数)

■ 确认子网位

子网数目 $X=6$ 子网位数 n $2^n \geq X$

$2^n \geq 6 \longrightarrow n=3$

■ 验证主机位数

$\therefore 192.168.10.0$ C 类地址, 主机地址位数 为 8

$8-3=5$ $2^5=32 < 400$

$\therefore 192.168.10.0$ 网段不符合条件

■ (2) 根据规划要求, 我们应当选取哪一个网段, 为什么

■ 已知条件

6 个部门 (子网数目)

其中某个部门最多 400 台电脑 (主机数)

■ 确认子网位

子网数目 $X=6$ 子网位数 n $2^n \geq X$

$2^n \geq 6$ $\longrightarrow$ $n=3$

■ 验证主机位数

$\therefore 172.20.0.0$ B 类地址, 主机地址位数 为 16

$16-3=13$ $2^{13}=8192 > 400$

$\therefore 172.20.0.0$ 网段符合条件

- (2) 根据规划要求, 我们应当选取哪一个网段, 为什么



∴ 我们选取 172.20.0.0 网段

■ (3) 规划后的网络子网掩码是多少

知识点:

子网划分的计算方法

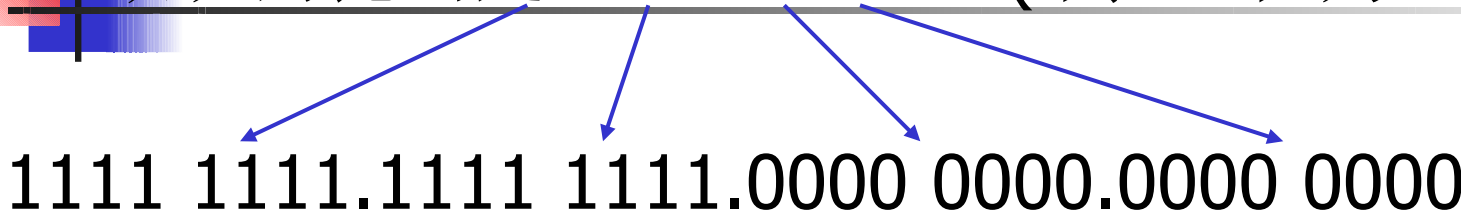
难度:



■ (3) 规划后的网络子网掩码是多少

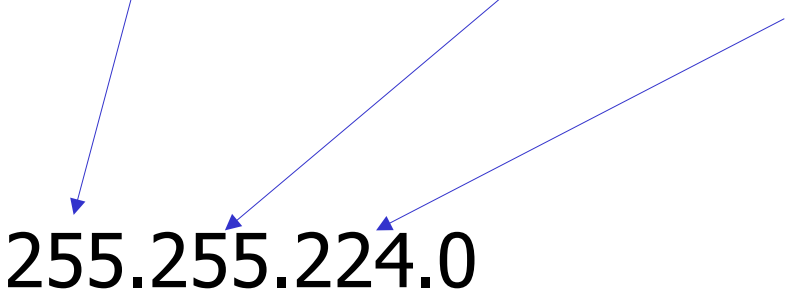
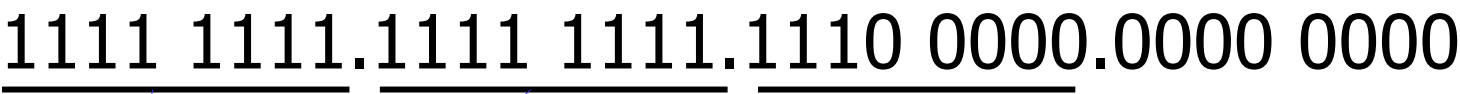
∴ 172.20.0.0 B 类地址

默认的掩码是 255.255.0.0 (高 16 位为 1)



又 ∴ 子网位 n=3

新的子网掩码 = 16+3=19 位



■ （ 4 ） 规划后的每个子网的 IP 地址范围

知识点：

子网划分的方法

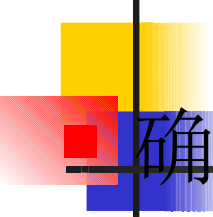
难度：



■ (4) 规划后的每个子网的 IP 地址范围

默认的网络地址 16 位 172 . 20	子网号 3 位	主机编号 13 位		地址范围
10101100 . 0001 0100	000	00000	0000 0001	172.20.0.1
		11111	1111 1110	172.20.31.254
10101100 . 0001 0100	001	00000	0000 0001	172.20.32.1
		11111	1111 1110	172.20.63.254
10101100 . 0001 0100	010	00000	0000 0001	172.20.64.1
		11111	1111 1110	172.20.95.254
10101100 . 0001 0100	011	00000	0000 0001	172.20.96.1
		11111	1111 1110	172.20.127.254
10101100 . 0001 0100	100	00000	0000 0001	172.20.128.1
		11111	1111 1110	172.20.159.254
10101100 . 0001 0100	101	00000	0000 0001	172.20.160.1
		11111	1111 1110	172.20.191.254

子网划分方法



确认子网位

- 验证主机位
- 确认子网的地址
- 确定每一个子网的主机地址

作业

■ 某公司有计算机 3200 台，现准备按照部门和业务划分 5 个 VLAN，准备使用 10.0.0.0、172.16.0.0 或者 192.168.1.0 三个网段进行 IP 地址的子网规划

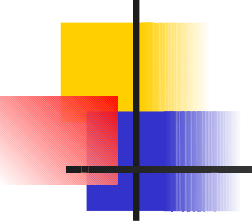
■ （1）请问这三个网段是默认是什么类型的地址，掩码是多少

■ （2）我们应当选择哪个网段进行规划

■ （3）新的子网掩码是多少

■ （4）写出每个子网的有效 IP 地址范围

IP 地址的表示



IP 地址 /n

(n 为掩码中 1 的位数)

例如:

192.168.1.2/24

C 类地址, 掩码 24 位, 255.255.255.0

192.168.1.2/27

经过子网划分的地址, 掩码为 27 位, 掩码为
255.255.255.224



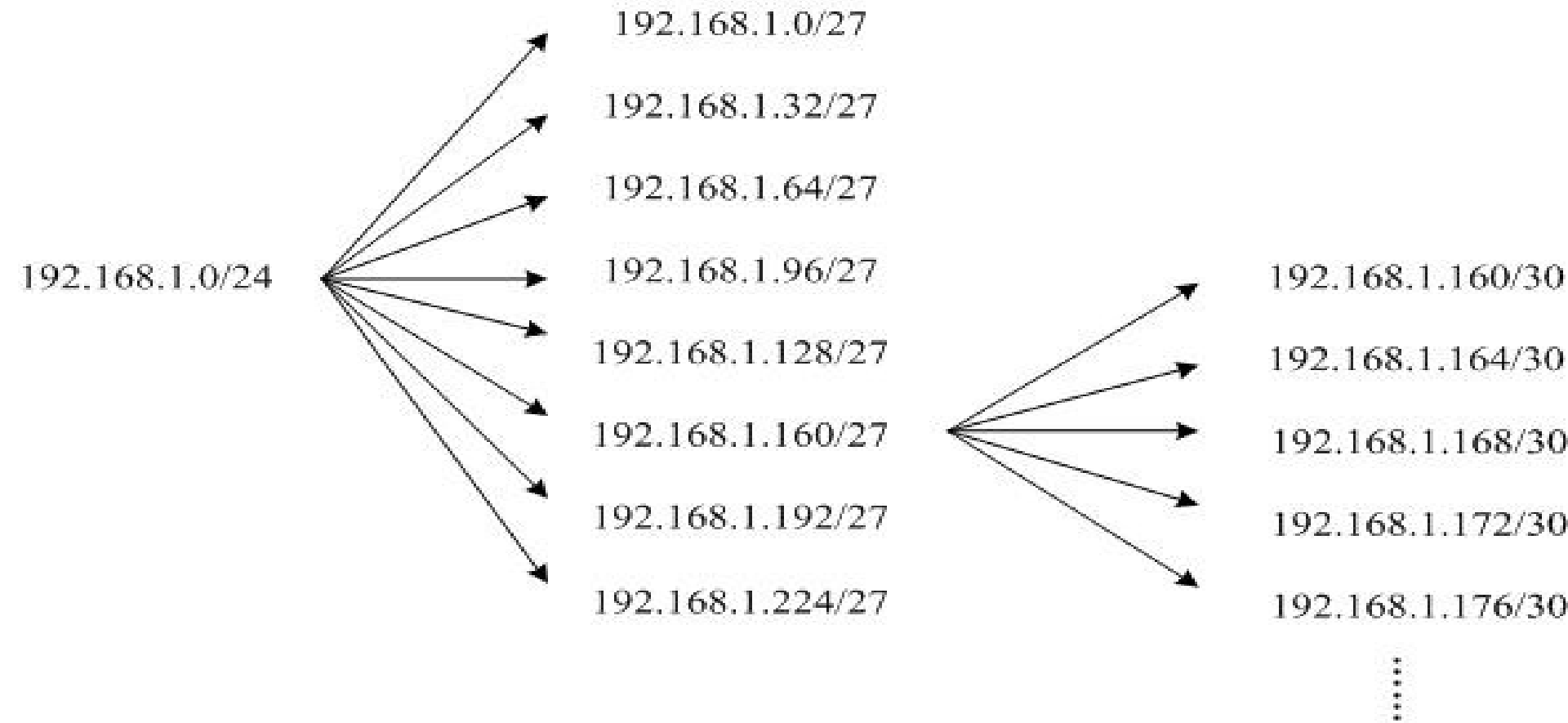
可变长子网掩码 VLSM

- 层次型结构网络中，允许使用多个不同的掩码

可变长度子网掩码 VLSM

- 将 192.168.1.0/24 用 27 位长的子网掩码划分
- 可以再对其中的网络（例如 192.168.1.160/27）使用 30 位长的子网掩码进行划分（例如 192.168.1.164/30）

这就是 VLSM（可变长度子网掩码）





无类别域间路由 **CIDR**

无类别域间路由（**CIDR**）

主要用于减少 **IP** 地址的浪费和减缓路由表的增大问题。



CIDR 的应用

CIDR 技术能够精减路由表，
即路由聚合技术。

某高校取得了 8 个连续的 C 类网段地址

210.28.16.0/24	11010010.	00011100.	00010 000.	00000000
210.28.17.0/24	11010010.	00011100.	00010 001.	00000000
210.28.18.0/24	11010010.	00011100.	00010 010.	00000000
210.28.19.0/24	11010010.	00011100.	00010 011.	00000000
210.28.20.0/24	11010010.	00011100.	00010 100.	00000000
210.28.21.0/24	11010010.	00011100.	00010 101.	00000000
210.28.22.0/24	11010010.	00011100.	00010 110.	00000000
210.28.23.0/24	11010010.	00011100.	00010 111.	00000000

由 8 个连续的 C 类地址组成的地址块

■ C类地址默认的网络掩码

255.255.255.0

例如:

210.28.16.0/24

210.28.17.0/24

210.28.18.0/24

210.28.19.0/24

210.28.20.0/24

210.28.21.0/24

210.28.22.0/24

210.28.23.0/24



采用 CIDR 技术后，我们将几个连续的网络聚合成一个网络，新的掩码变为

255.255.248.0

即 210.28.16.0/21



下一代网际协议 IPv6

- IPv6 是“互联网协议第六版”的缩写。
- 目的是取代现有的第四版的网际协议（IPv4）。

IPv6 的特点

IPv6 具有以下的特点：

- 使用 128 位地址。
- 仍然支持面向非连接的服务，但 IPv6 使用了一种全新的数据报格式，且允许与 IPv4 共存。
- 简化了协议，加快了分组的转发。
- 允许协议的继续演变，并允许新协议的加入。
- 允许对网络资源的预分配，以支持实时视频等数据传输时对带宽和延时的要求。

IPv6 数据报的格式

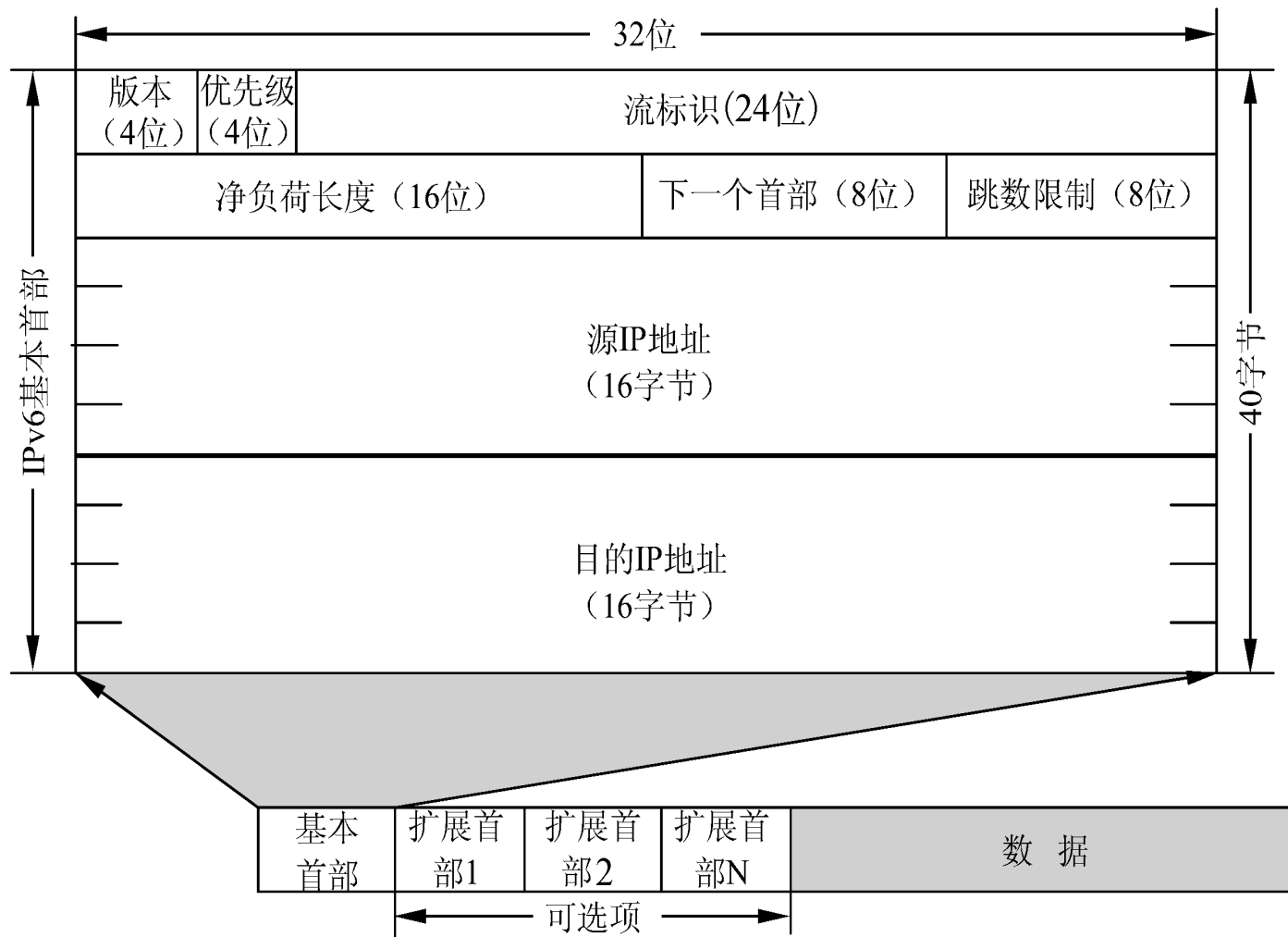
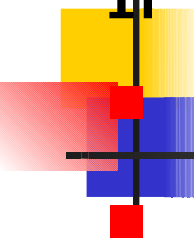


图 8-66 IPv6 数据报的格式

IPv6 的编址方式

- IPv6 使用 128 位的编址方案，是 IPv4 的 4 倍。理论上， IPv6 可以使用 2^{128} 个不同的地址。
- 大约每平方米有 1024 个地址，如此庞大的 IP 地址数量，“让地球上的每一粒沙子都拥有一个合法的 IP 地址”将成为可能。



IPv6 数据报的目的地址分为以下三种类型：

单播（ **unicast** ）。即点对点通信方式。

■ 多播（ **multicast** ）。即单点对多点的通信方式，源主机会将数据报提交给一组主机中的每一个主机。在 **IPv6** 中没有采用广播，只将广播作为多播的一种特殊方式。

■ 任播（ **anycast** ）。在这种通信方式中，目的站点是一组计算机，但数据报只提交给其中的一台计算机。



在 IPv6 的三类地址中，使用最为广泛的是单播地址。单播地址是类似于 IPv4 的地址，如图所示。IPv6 的单播地址中，前三位固定为 **010**。

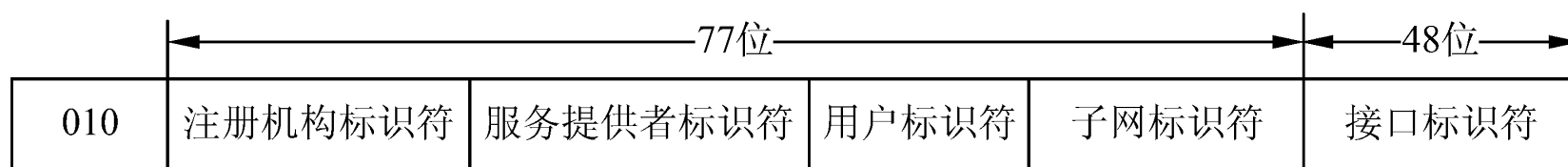


图 8-67 IPv6 单播地址的格式

IPv6 的表示方法

冒号十六进制计数法

每 **16** 位二进制表示为一段十六进制数，**8** 个段，以 **:** 隔开

例如：

DA57:291A:FFFF:FF00:00AC:800D:81FF:FA10

IPv6 地址的简化

两种简化 IPV6 地址的方法

1、零压缩法

2、冒号十六进制与点分十进制结合



IPv6 地址的简化

1、零压缩法

即连续的 0 可以通过一对冒号来替代

DA57:0000:0000:0000:0000:0000:81FF:FA10

可简化为

DA57::81FF:FA10

零压缩法 注意事项

- 只能压缩一次

例如

DA57:0000:0000:81FF:0000:0000:0000:FA10

如果进行多次压缩变为

DA57::81FF::FA10 无法还原

可以变为

DA57::81FF:0000:0000:0000:FA10

或者

DA57:0000:0000:81FF::FA10

IPv6 的表示方法



冒号十六进制与点分十进制法进行组合

~~0:0:0:0:0:218.94.28.19~~

可以进一步简化

::218.84.28.19



IPv6 地址的分类

- 采用多级体系，目前有 **22** 类

从 IPv4 到 IPv6 时兼容问题

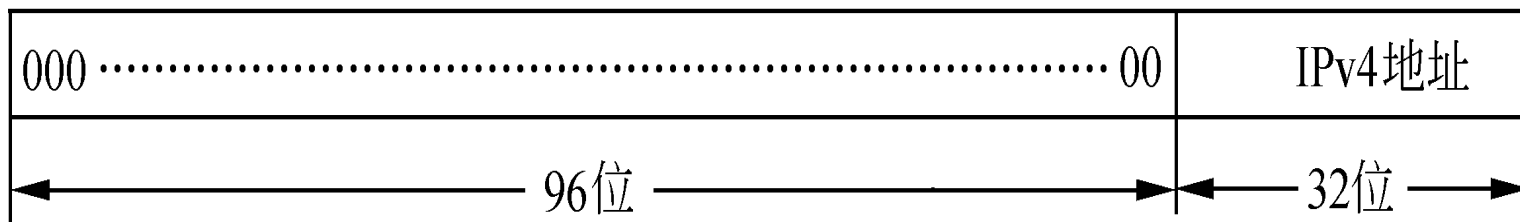
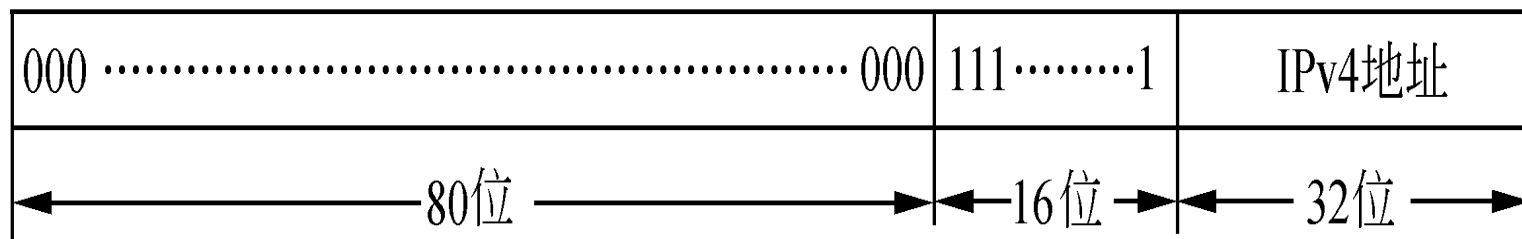


目前，互联网上的所有主机基本上都在使用 **IPv4** 进行通信。如果将这些主机从 **IPv4** 一次性地迁移到 **IPv6**，在实施起来是非常困难的，也是不太可能的。为此，在较长的一段时间内，使 **IPv4** 和 **IPv6** 共存才是真正可行的。

- 如果在互联网上让 **IPv4** 和 **IPv6** 共存，关键问题是让 **IPv4** 能够认识 **IPv6** 的分组。这是因为在 **IPv4** 标准中不可能涉及 **IPv6**，也就是说仅运行 **IPv4** 的路由器根本识别不出 **IPv6** 的分组。虽然 **IPv6** 可以兼容 **IPv4**，但这种兼容只是单向的。

从 IPv4 到 IPv6 时兼容问题

两种将 IPv4 地址放入 IPv6 地址中的方法



用 IPv6 地址表示 IPv4 地址的两种方式

解决 IPv6 到 IPv4 不兼容的问题

隧道技术

在这一过程中，对于 IPv6 来说，路由器 B 与 C 之间相当于存在一条运行 IPv4 的链路，即隧道。

