

第四讲

IP 地址 子网划分

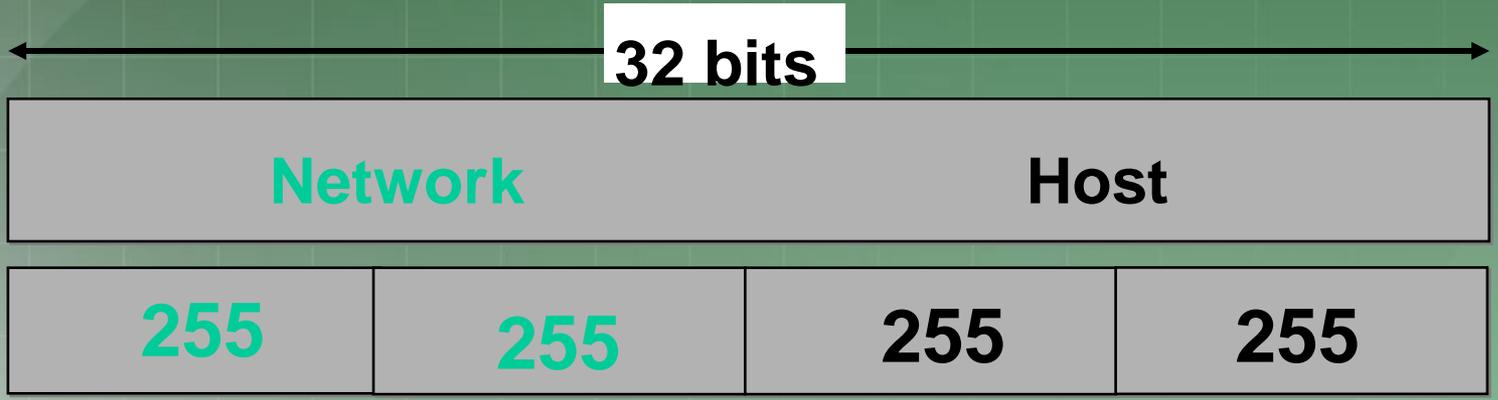
VLSM CIDR

何小平 - 讲师、工程师

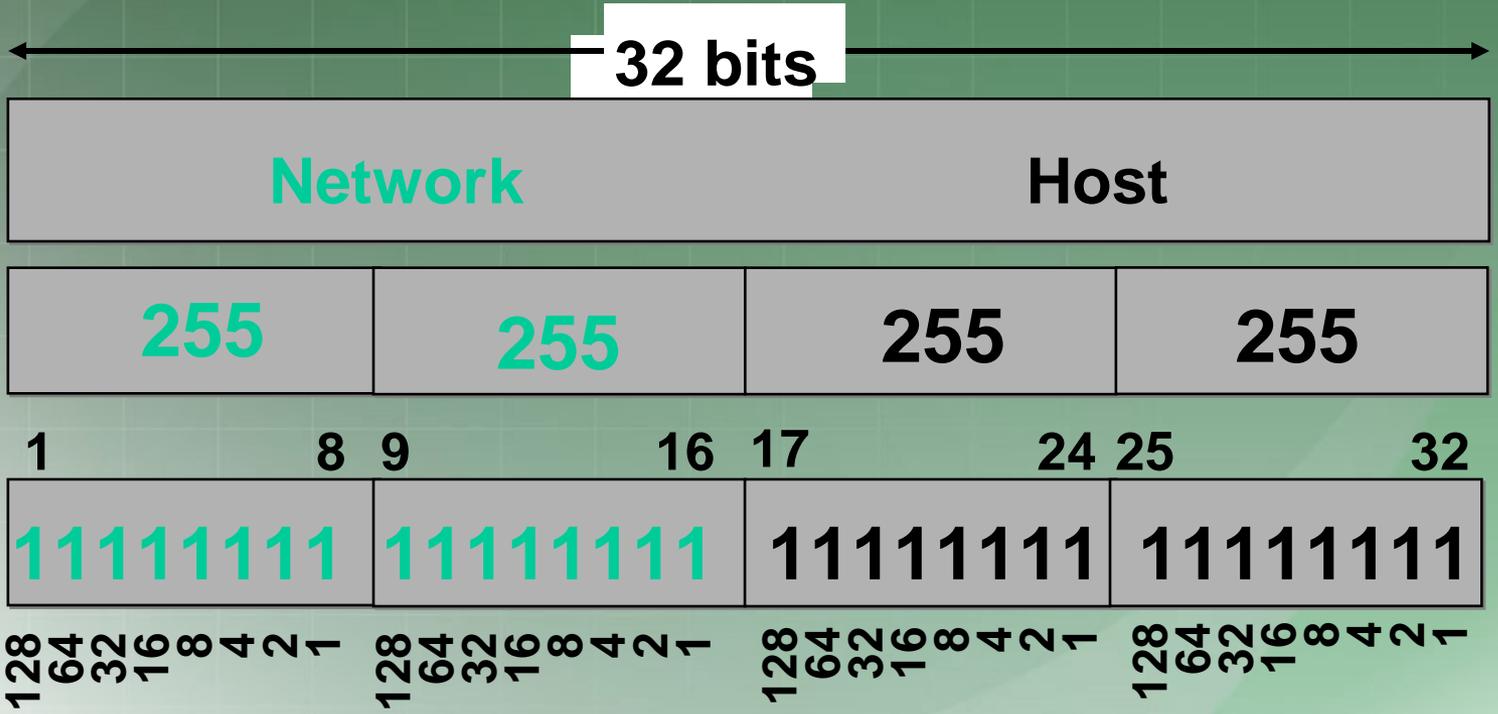
本章目标

- 通过本章学习，您应该掌握以下内容：
- 掌握 IP 地址分类，子网掩码的作用，识别网络标识号、主机标识号，子网的数目、主机的数目
- 掌握 VLSM 和 CIDR 的概念

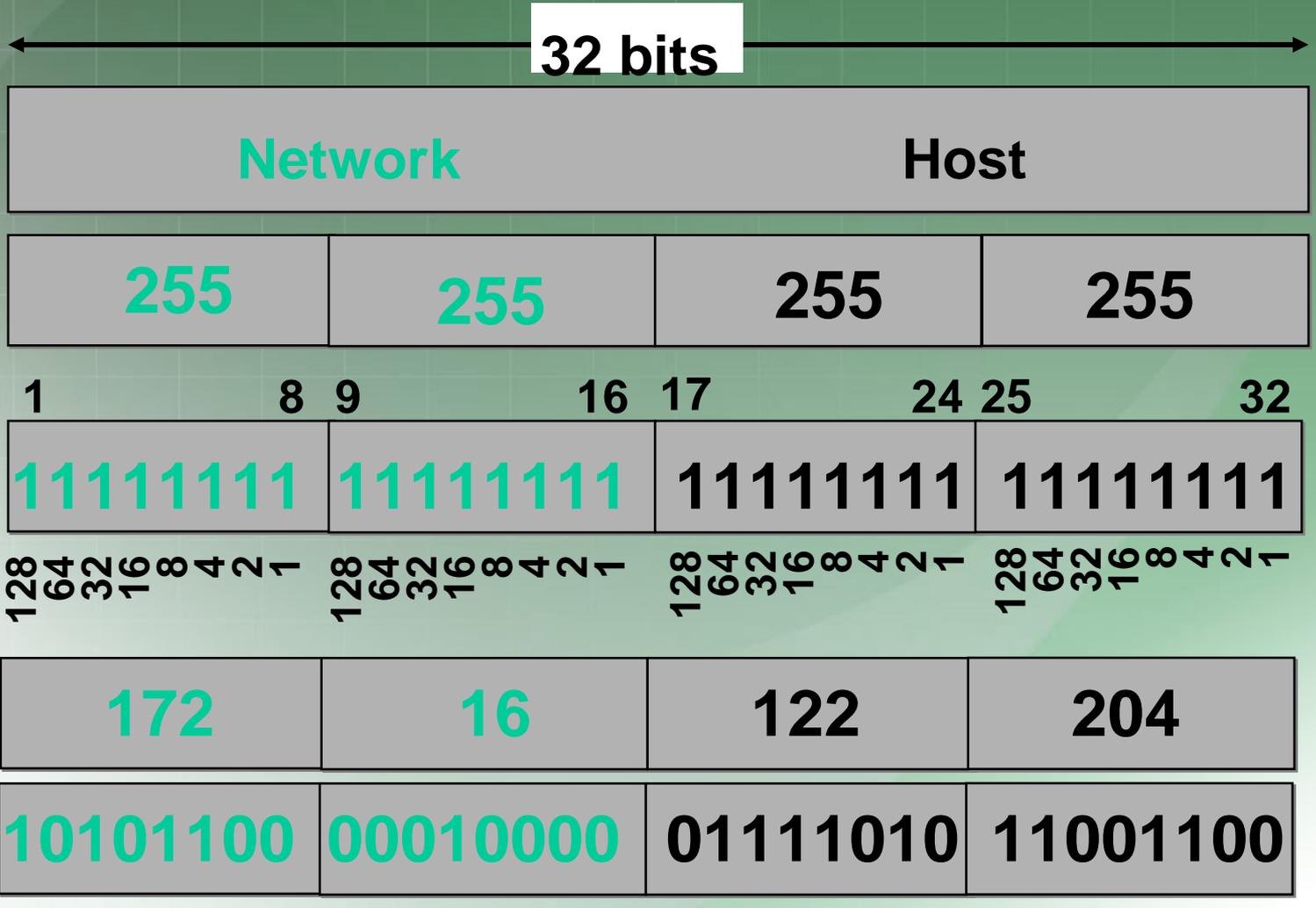
IP 地址



IP 地址



IP 地址



IP 地址分类

- Class A:

8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
Network	Host	Host	Host
- Class B:

Network	Network	Host	Host
---------	---------	------	------
- Class C:

Network	Network	Network	Host
---------	---------	---------	------
- Class D: 多播地址
- Class E: 科研用

IP 地址分类

Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
Class A:	0NNNNNNN	Host	Host	Host	
	范围 (1-126)				
Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
Class B:	10NNNNNNN	Network	Host	Host	
	范围 (128-191)				
Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
Class C:	110NNNNN	Network	Network	Host	
	范围 (192-223)				
Bits:	1	8 9	16 17	24 25	32
Class D:	1110MMMM	Multicast Group	Multicast Group	Multicast Group	
	范围 (224-239)				

特殊 IP 地址

- 一些特殊的 IP 地址：
 - 1. IP 地址 127.0.0.1: 本地回环 (loopback) 测试地址
 - 2. 广播地址 :255.255.255.255
 - 3. IP 地址 0.0.0.0: 代表任何网络
 - 4. 主机位全为 1: 代表该网段的所有主机
- 广播地址 TCP/IP 协议规定，主机号部分各位全为 1 的 IP 地址用于广播。
- 所谓广播地址指同时向网上所有的主机发送报文，也就是说，不管物理网络特性如何，Internet 网支持广播传输。如 136.78.255.255 就是 B 类地址中的一个广播地址，你将信息送到此地址，就是将信息送给网络号为 136.78 的所有主机。

私有 IP 地址

- 私有 IP 地址：
- **1.A 类地址中 :10.0.0.0 到 10.255.255.255**
- **2.B 类地址中 :172.16.0.0 到 172.31.255.255**
- **3.C 类地址中 :192.168.0.0 到 192.168.255.255**

计算可用的主机地址

网络

主机

172	16	0	0
-----	----	---	---

10101100 00010000

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 N

00000000	00000000	1
00000000	00000001	2
00000000	00000011	3
⋮	⋮	⋮
11111111	11111101	65534
11111111	11111110	65535
11111111	11111111	65536

$$2^N - 2 = 2^{16} - 2 = 65534$$

65536
-
2

65534

IP 地址分类练习

地址	类别	网络位	主机位
10.2.1.1			
128.63.2.100			
201.222.5.64			
192.6.141.2			
130.113.64.16			
256.241.201.10			

IP 地址分类练习

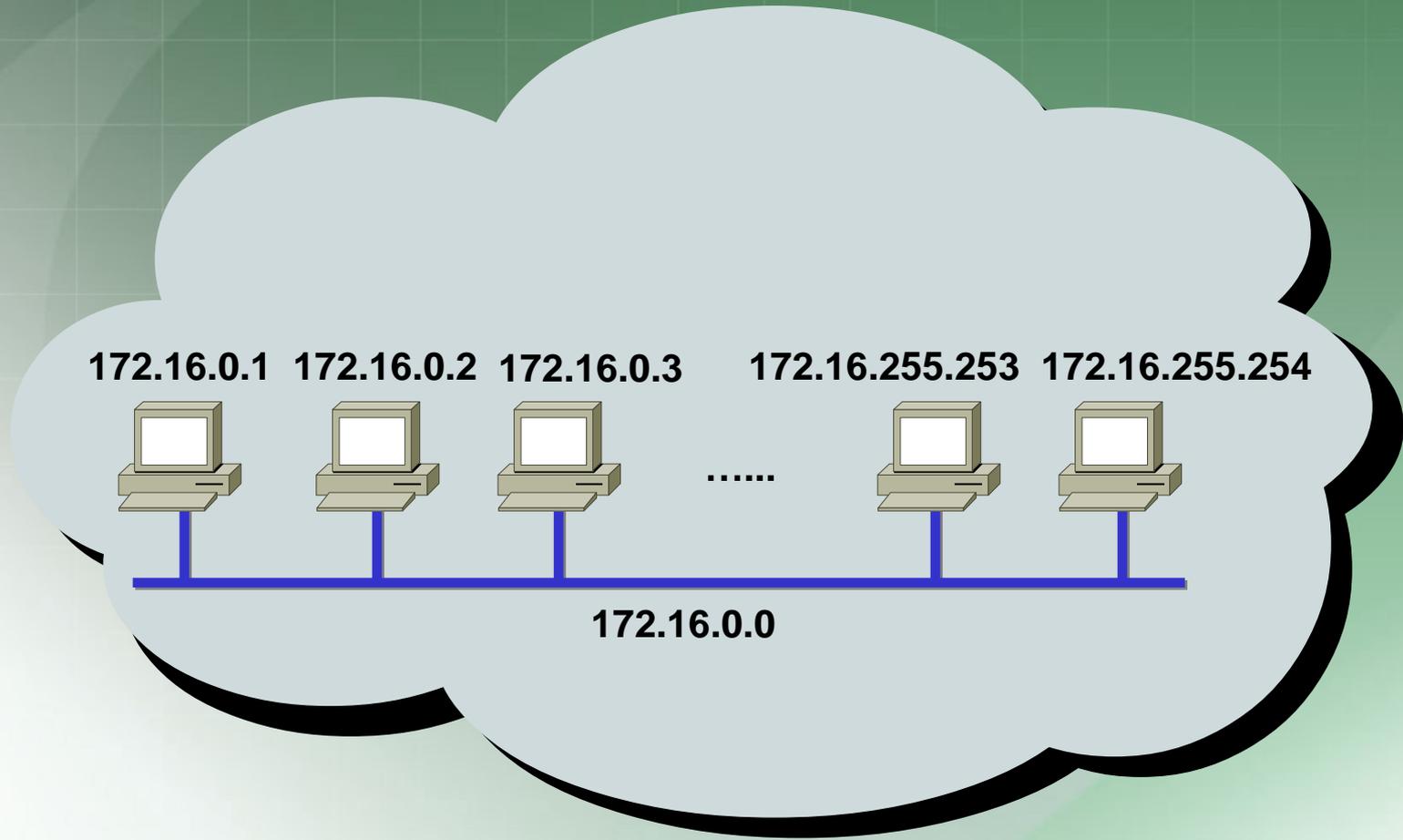
(答案)

地址	类别	网络位	主机位
10.2.1.1	A	10.0.0.0	0.2.1.1
128.63.2.100	B	128.63.0.0	0.0.2.100
201.222.5.64	C	201.222.5.0	0.0.0.64
192.6.141.2	C	192.6.141.0	0.0.0.2
130.113.64.16	B	130.113.0.0	0.0.64.16
256.241.201.10	Nonexistent		

子网划分的好处

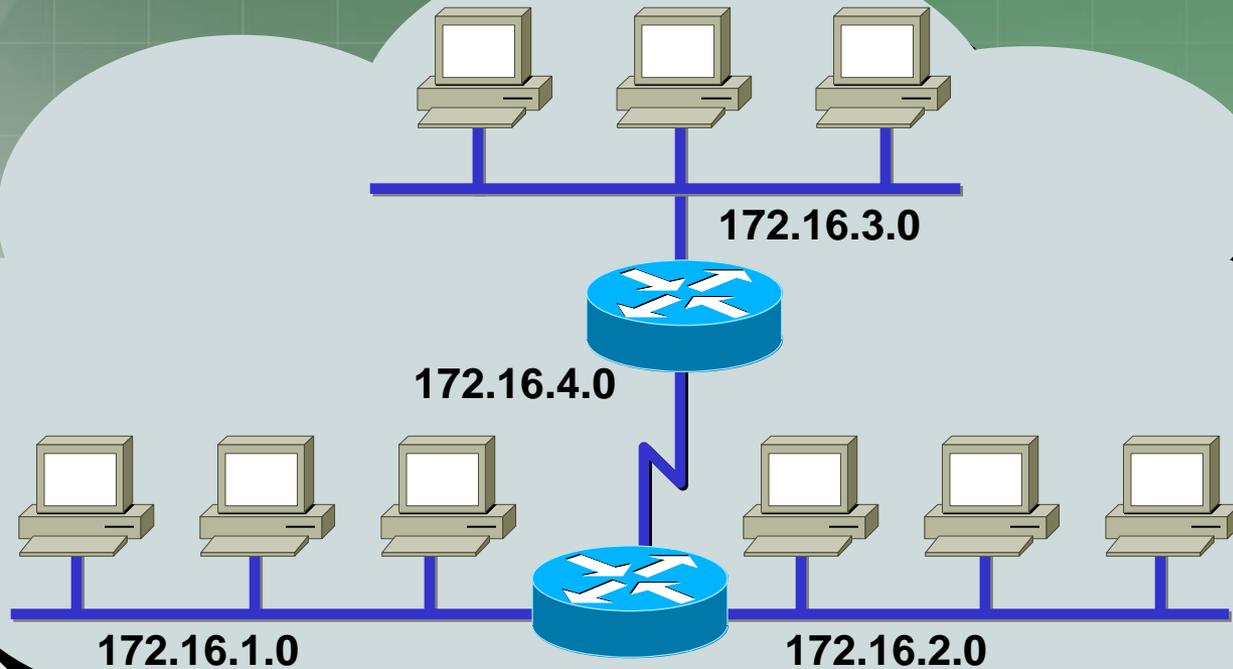
- 1. 缩减网络流量
- 2. 优化网络性能
- 3. 简化管理
- 4. 更为灵活地形成大覆盖范围的网络

不设子网的地址



- 网络 172.16.0.0

设置子网的地址



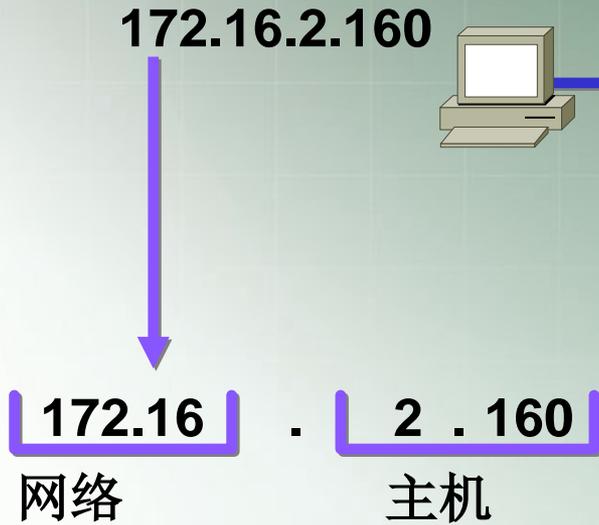
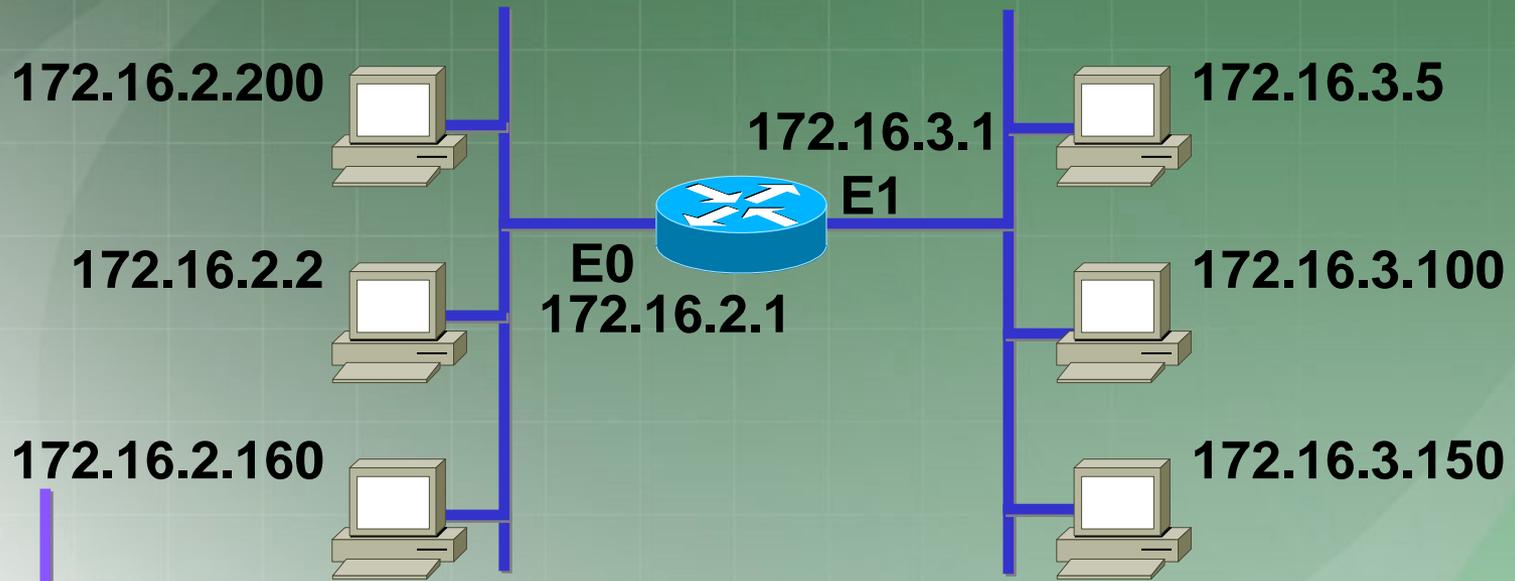
- 网络 172.16.0.0

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	0

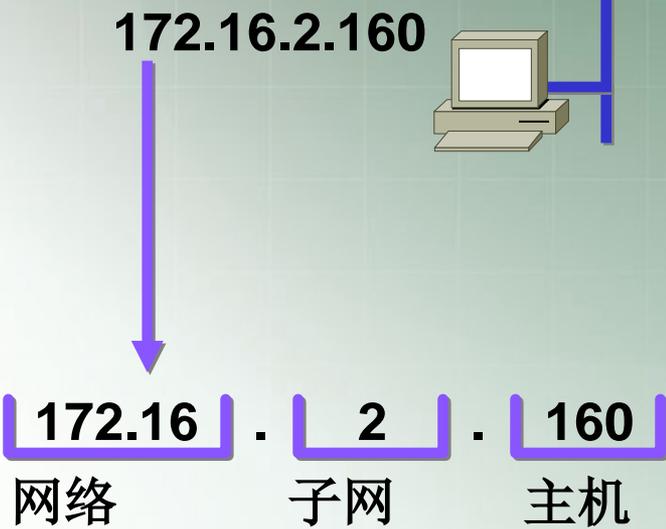
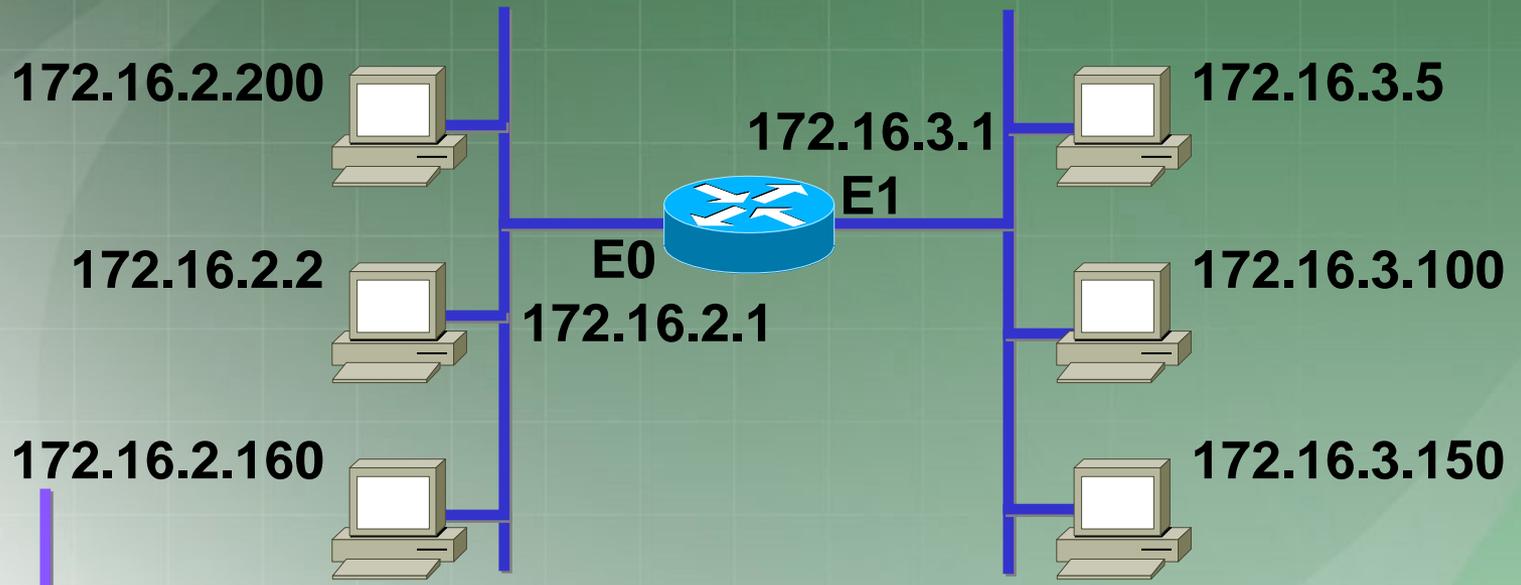
- 缺省情况下子网未划分

子网地址



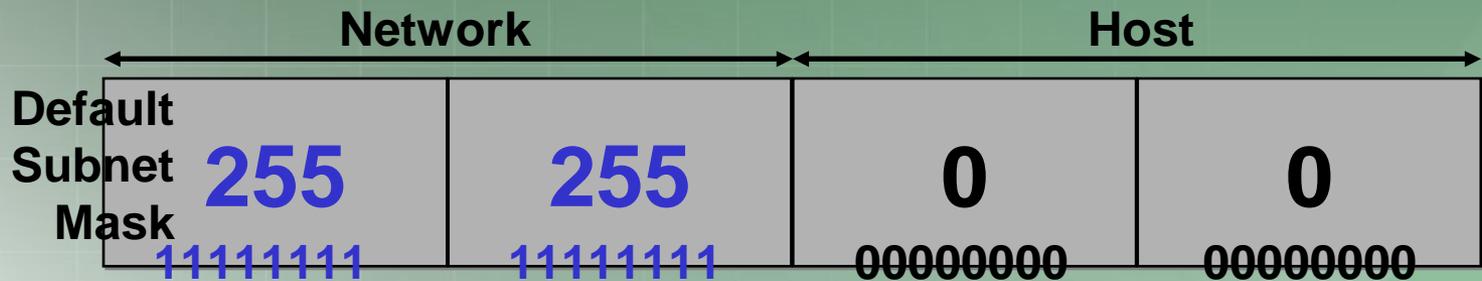
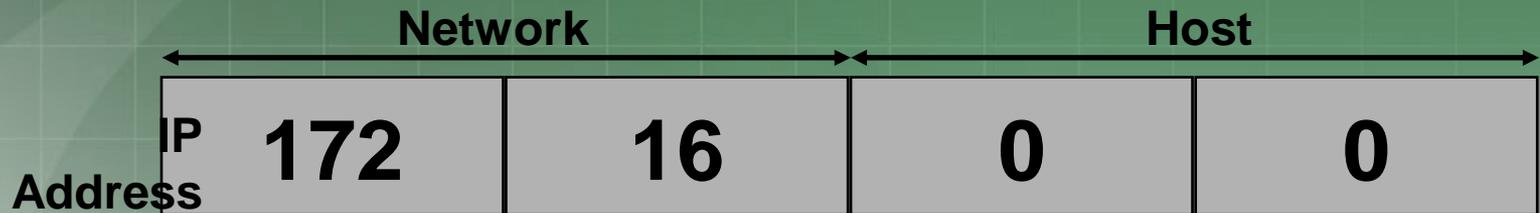
新路由表	
网络	端口
172.16.0.0	E0
172.16.0.0	E1

子网地址

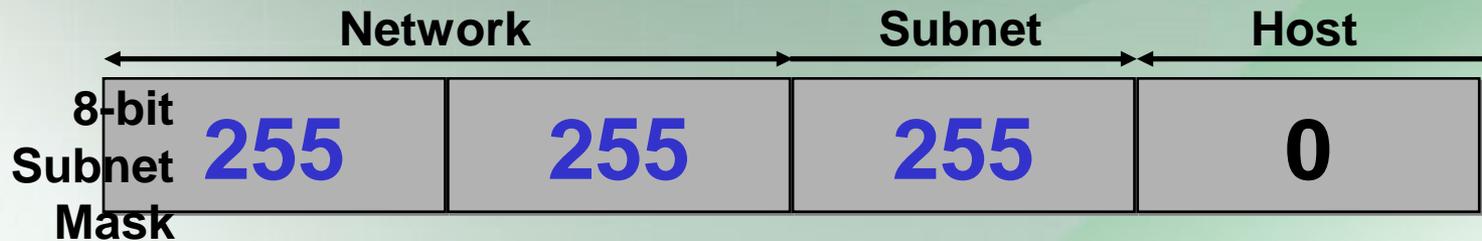


新路由表	
网络	端口
172.16.2.0	E0
172.16.3.0	E1

子网掩码



“/16” 表示子网掩码有 16 位。



“/24” 表示子网掩码有 24 位。

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	

网络号

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
网络号	172	16	2	128

- 扩展了 10 位地址的网络

子网划分的核心思想

- “借用”主机位来“制造”新的“网络”

划分子网方法

- 划分子网方法：

- 1. 你所选择的子网掩码将会产生多少个子网？

- 2^x 的 x 次方 (x 代表子网掩码位数)

- 2. 每个子网能有多少主机？

- $2^y - 2$ (y 代表主机位数)

- 3. 有效子网是？

- 有效子网号 = $256 - 10$ 进制的子网掩码 (结果叫做 **block size** 或 **base number**)

- **4. 每个子网的广播地址是？**
 - **广播地址 = 下个子网号 - 1**
- **5. 每个子网的有效主机分别是？**
 - **忽略子网内主机位全为 0 和全为 1 的地址剩下的就是有效主机地址。**
 - **最后 1 个有效主机地址 = 下个子网号 - 2 (即广播地址 - 1)**

C 类地址子网划分例子

- 网络地址 192.168.10.0; 子网掩码
- 255.255.255.192(/26)
- 1. 子网数 = $2 * 2 = 4$
- 2. 主机数 = 2 的 6 次方 - $2 = 62$
- 3. 有效子网?: block size = $256 - 192 = 64$; 所以
- 第一个子网为 192.168.10.0,
- 第二个子网为 192.168.10.64 ,
- 第三个子网为 192.168.10.128 ,
- 第四个子网为 192.168.10.192

- 4. 广播地址：下一个子网 -1. 所以子网的广播地址分别是
- 192.168.10.63,
- 192.168.10.127 ,
- 192.168.10.191,
- 192.168.10.255
- 5. 有效主机范围是：
- 第一个子网是 192.168.10.1 到 192.168.10.62;
- 第二个子网是 192.168.10.65 到 192.168.10.126 ;
- 第三个子网是 192.168.10.129 到 192.168.10.190 ;
- 第四个子网是 192.168.10.193 到 192.168.10.254

B 类地址子网划分例子 1

- 例子 1: 网络地址 :172.16.0.0; 子网掩码
- 255.255.192.0(/18)
- 1. 子网数 = $2*2=4$
- 2. 主机数 =2 的 14 次方 -2=16382
- 3. 有效子网? block size=256-192=64; 所以
- 第一个子网为 172.16.0.0 ,
- 第二个子网为 172.16.64.0,
- 第三个子网为 172.16.128.0 ,
- 最后 1 个为 172.16.192.0

•4. 广播地址：下个子网 -1. 所以子网的广播地址分别是 172.16.63.255 ， 172.16.127.255 ， 172.16.191.255 和 172.16.255.255

•5. 有效主机范围是：第一个子网的主机地址是 172.16.0.1 到 172.16.0.254；第二个子网的主机地址是 172.16.64.1 到 172.16.127.254；第三个是 172.16.128.1 到 172.16.191.254 ； 第四个子网的主机地址是 172.16.192.1 到 172.16.192.254

B 类地址子网划分例子 2

- B 类地址例子 2: 网络地址 :172.16.0.0; 子网掩码 255.255.255.224(/27)
- 1. 子网数 =2 的 11 次方 =2048(因为 B 类地址默认掩码是 255.255.0.0, 所以网络位为 $8+3=11$)
- 2. 主机数 =2 的 5 次方 -2=30
- 3. 有效子网 ? :block size=256-224=32; 所以第一个子网为 172.16.0.32, 最后 1 个为 172.16.255.192
- 4. 广播地址 : 下个子网 -1. 所以第一个子网和最后 1 个子网的广播地址分别是 172.16.0.63 和 172.16.255.223
- 5. 有效主机范围是 : 第一个子网的主机地址是 172.16.0.33 到 172.16.0.62; 最后 1 个是 172.16.255.193 到 172.16.255.222

变长子网掩码（VLSM）

- 变长子网掩码 (Variable-Length Subnet Masks, VLSM) 的出现是打破传统的以类 (class) 为标准的地址划分方法，是为了缓解 IP 地址紧缺而产生的
- 作用：节约 IP 地址空间；减少路由表大小。
- 注意事项：使用 VLSM 时，所采用的路由协议必须能够支持它，这些路由协议包括 RIPv2, OSPF, EIGRP 和 BGP.

VLSM 预备知识 - 前缀

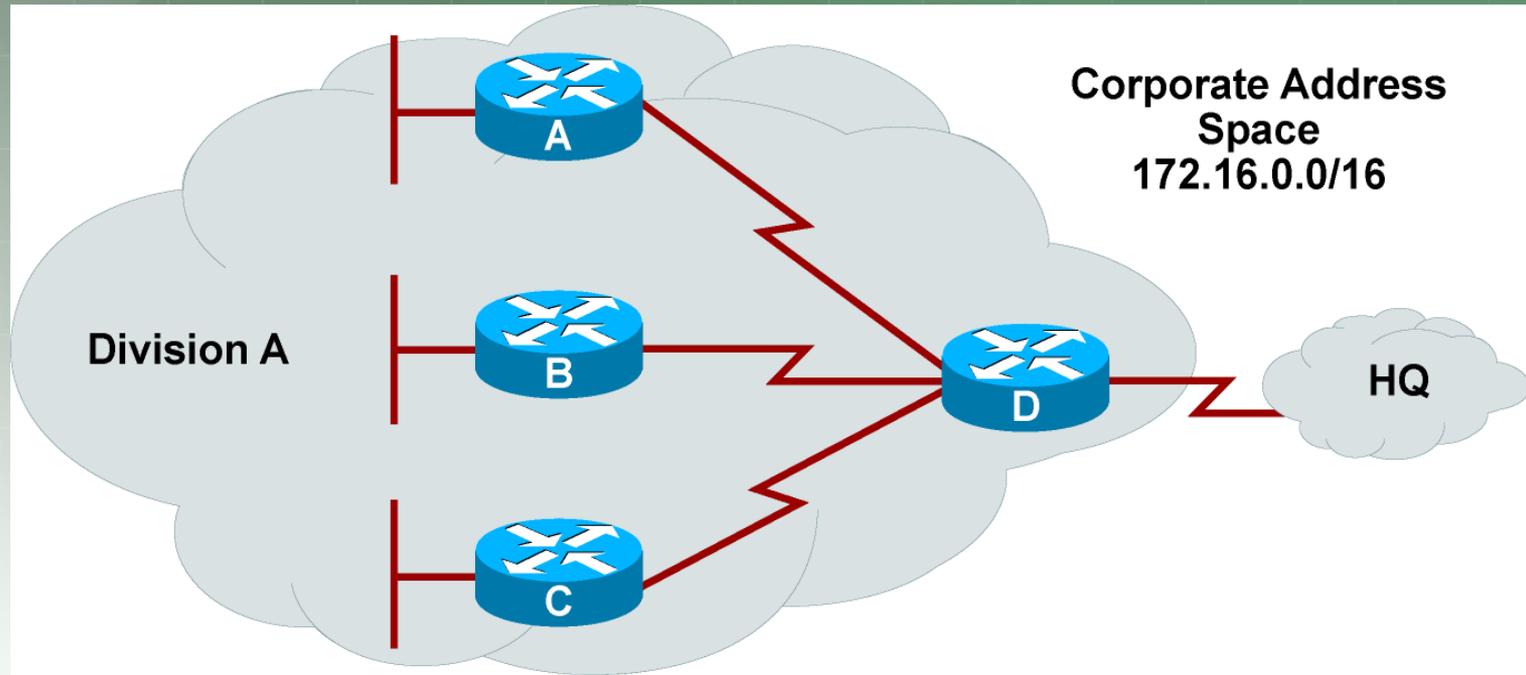
地址范围：**192.168.1.64 - 192.168.1.79**

- 前缀长度为 /28
- **192.168.1.64/28**

第四个 8 位位组

64	01000000
65	01000001
66	01000010
67	01000011
68	01000100
69	01000101
70	01000110
71	01000111
72	01001000
73	01001001
74	01001010
75	01001011
76	01001100
77	01001101
78	01001110
79	01001111

VLSM 的实现 (1)



A corporation is using 172.16.0.0 /16 for its address space.
172.16.12.0 /22 has been assigned to Division A.
Range of addresses: 172.16.12.0 to 172.16.15.255.

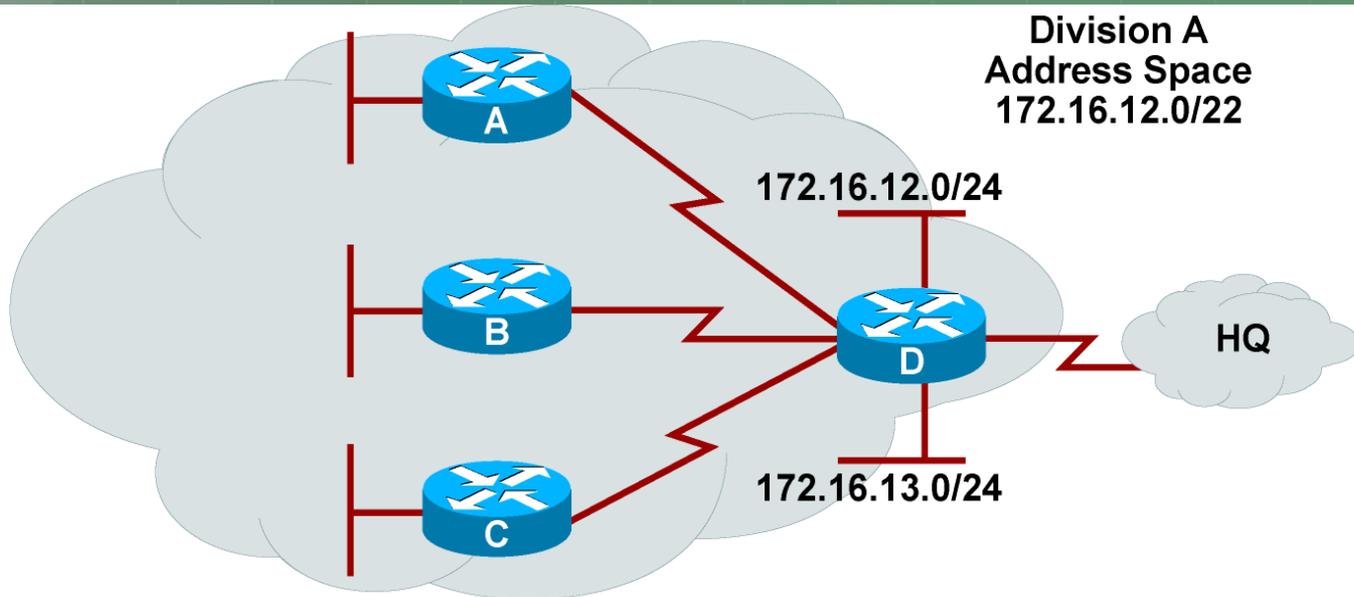
需求

- 1.D 需要 2 个 VLAN, 然后每个 VLAN 容纳 200 个用户 .
- 2.A,B 和 C 连接 3 个以太网 , 分别用 1 个 24 口的交换机相连

VLSM 的实现 (2)

Subnetted Address: 172.16.12.0 /22	
Dotted Decimal Notation	Binary Notation
172.16.11.0	10101100. 00010000.00001011.00000000
(Text omitted for continuation of bit/number pattern)	
172.16.12.0	10101100. 00010000.00001100.00000000
172.16.12.1	10101100. 00010000.00001100.00000001
172.16.12.255	10101100. 00010000.00001100.11111111
172.16.13.0	10101100. 00010000.00001101.00000000
172.16.13.1	10101100. 00010000.00001101.00000001
172.16.13.255	10101100. 00010000.00001101.11111111
172.16.14.0	10101100. 00010000.00001110.00000000
172.16.14.1	10101100. 00010000.00001110.00000001
172.16.14.255	10101100. 00010000.00001110.11111111
172.16.15.0	10101100. 00010000.00001111.00000000
172.16.15.1	10101100. 00010000.00001111.00000001
172.16.15.255	10101100. 00010000.00001111.11111111
(Text omitted for continuation of bit/number pattern)	
172.16.16.0	10101100. 00010000.00010000.00000000

VLSM 的实现 (3)

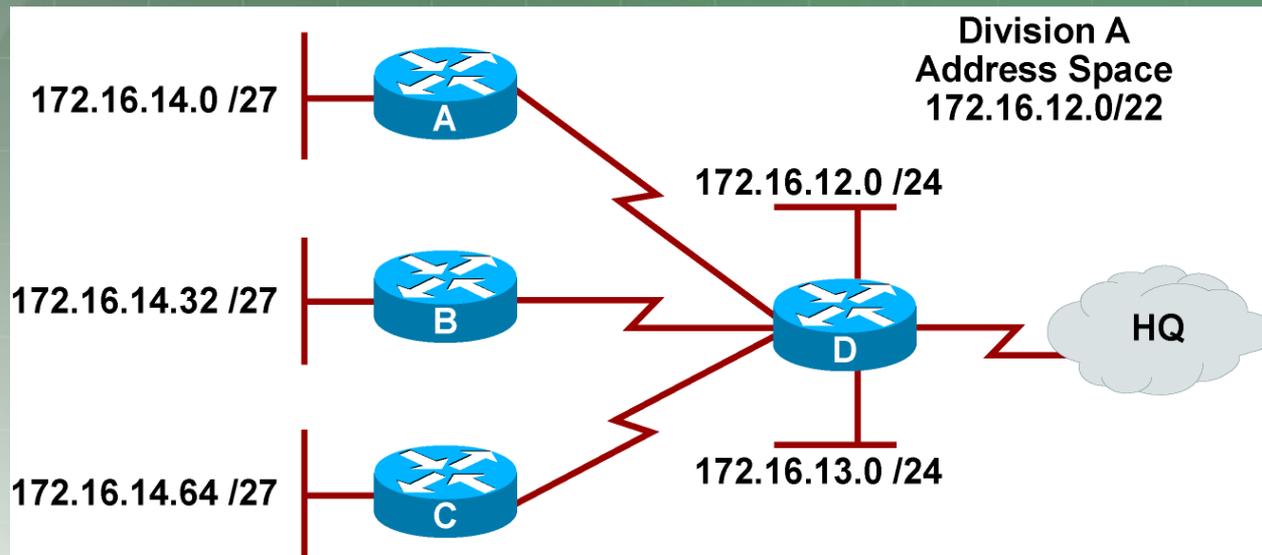


Router D has two VLANs with 200 users each
Subnet the address range into largest block of addresses needed for the division

172.16.12.0 /24
172.16.13.0 /24
172.16.14.0 /24
172.16.15.0 /24

Range: 172.16.12.0 to 172.16.12.255
Range: 172.16.13.0 to 172.16.13.255
Range: 172.16.14.0 to 172.16.14.255
Range: 172.16.15.0 to 172.16.15.255

VLSM 的实现 (4)



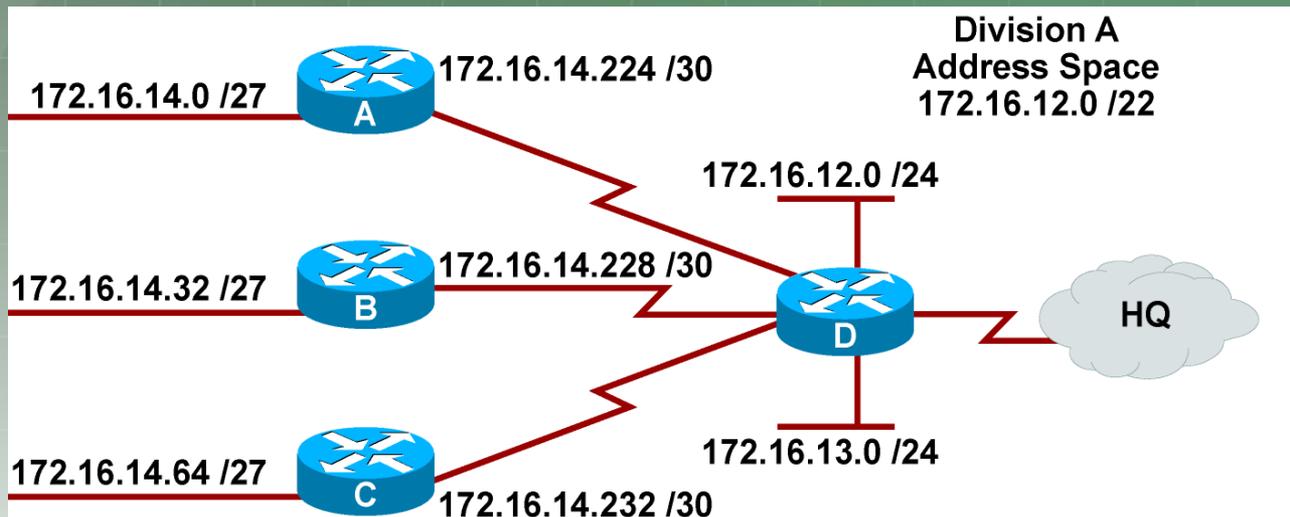
Networks 172.16.14.0 /24
and 172.16.15.0 /24
remain after the first
round of subnetting.

Next largest blocks are 24-port
switches at remote sites.

172.16.14.0 /24 is subnetted
into blocks of 32 addresses.

172.16.14.00 /27	172.16.14.128 /27
172.16.14.32 /27	172.16.14.160 /27
172.16.14.64 /27	172.16.14.192 /27
172.16.14.96 /27	172.16.14.224 /27

VLSM 的实现 (5)



Networks 172.16.14.0 /24 have the following subnets left over:

172.16.14.96 /27
172.16.14.128 /27
172.16.14.160 /27
172.16.14.192 /27
172.16.14.224 /27

Next largest blocks are the three serial links to each remote site. Each site needs a block of four addresses.

172.16.14.224 /27 is subnetted to /30.
172.16.14.224 /30
172.16.14.228 /30
172.16.14.232 /30

VLSM 的实现 (6)

VLSM Addresses for /24 for 172.16.12.0 – 172.16.15.255 :					
172.16.12.0	10101100.00010000.000011	00	.00000000		VLAN 1
172.16.13.0	10101100.00010000.000011	01	.00000000		VLAN 2
172.16.14.0	10101100.00010000.000011	10	.00000000		Nodes
172.16.15.0	10101100.00010000.000011	11	.00000000		Not used
VLSM Addresses for /27 for 172.16.14.0 – 172.16.14.255:					
172.16.14.0	10101100.00010000.000011	10	.000	00000	Nodes Site A
172.16.14.32	10101100.00010000.000011	10	.001	00000	Nodes Site B
172.16.14.64	10101100.00010000.000011	10	.010	00000	Nodes Site C
VLSM Addresses for /30 for 172.16.14.224 – 172.16.14.255:					
172.16.14.224	10101100.00010000.000011	10	.111	000	00 A-D Serial
172.16.14.228	10101100.00010000.000011	10	.111	001	00 B-D Serial
172.16.14.232	10101100.00010000.000011	10	.111	010	00 C-D Serial
172.16.14.236	10101100.00010000.000011	10	.111	011	00 Not used
172.16.14.240	10101100.00010000.000011	10	.111	100	00 Not used
172.16.14.244	10101100.00010000.000011	10	.111	101	00 Not used
172.16.14.248	10101100.00010000.000011	10	.111	110	00 Not used
172.16.14.252	10101100.00010000.000011	10	.111	111	00 Not used

Original Prefix ↑ ↑ ↑
 Mask (VLAN) Mask 2 (Nodes) Mask 3 (Serial Links)

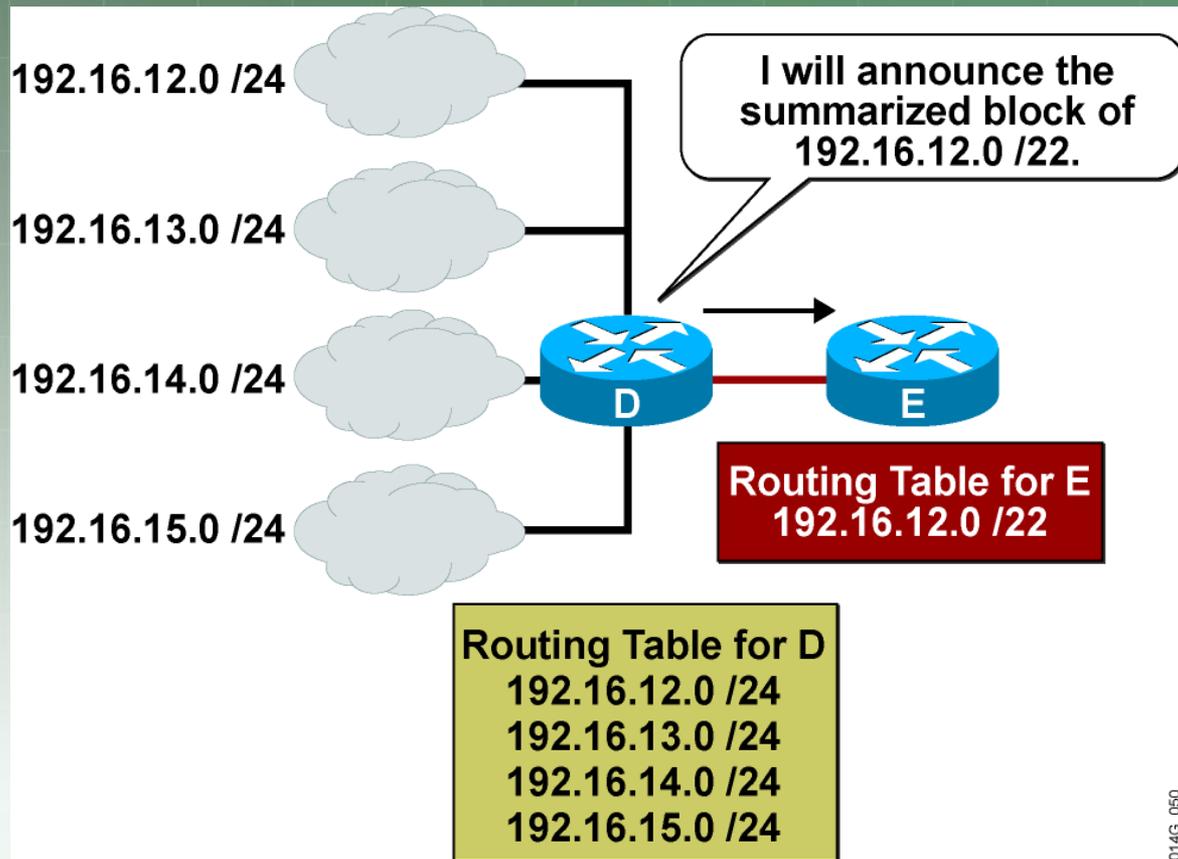
无类域间路由 (CIDR)

- CIDR 的概念：忽略 A、B、C 类网络的规则，定义前缀相同的一组网络为一个块，即一条路由条目。（如：199.0.0.0/8）

CIDR 的优点

- 减少了网络数目，缩小了路由选择表
- 从网络流量、CPU 和内存方面说，开销更低
- 对网络进行编址时，灵活性更大

CIDR 例子



CIDR 计算方法

Common Bits = 22 Summary: 172.16.12.0 /22		Noncommon Bits = 10
172.16.11.0	10101100.00010000.00001011	011.00000000
172.16.12.0	10101100.00010000.00001100	000.00000000
172.16.13.0	10101100.00010000.00001101	001.00000000
172.16.14.0	10101100.00010000.00001110	000.00000000
172.16.15.0	10101100.00010000.00001111	000.00000000
172.16.15.255	10101100.00010000.00001111	111.11111111
172.16.16.0	10101100.00010000.00010000	000.00000000

本章总结

- 通过本章学习，您应该掌握以下内容：
- 掌握 IP 地址分类，子网掩码的作用，识别网络标识号、主机标识号，子网的数目、主机的数目，
- 掌握 VLSM 和 CIDR 的概念