

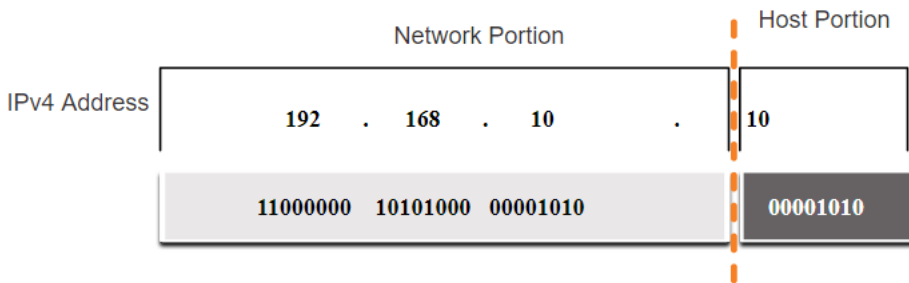
补充:IPv4 编址



IPv4 地址结构

网络 and 主机部分

- IPv4 地址为32位分层地址，由网络部分和主机部分两个部分组成。
- 在确定网络部分和主机部分时，必须先查看 32 位数据流。
- 子网掩码用于确定网络 and 主机部分。



- 为了确定 IPv4 地址的网络部分和主机部分，要将子网掩码与 IPv4 地址进行从左到右逐位比较。
- 用于确定网络部分和主机部分的实际流程叫做 AND 运算。

	Network Portion				Host Portion
IPv4 Address	192	.	168	.	10
	11000000	10101000	00001010		00001010
Subnet Mask	255	.	255	.	0
	11111111	11111111	11111111		00000000

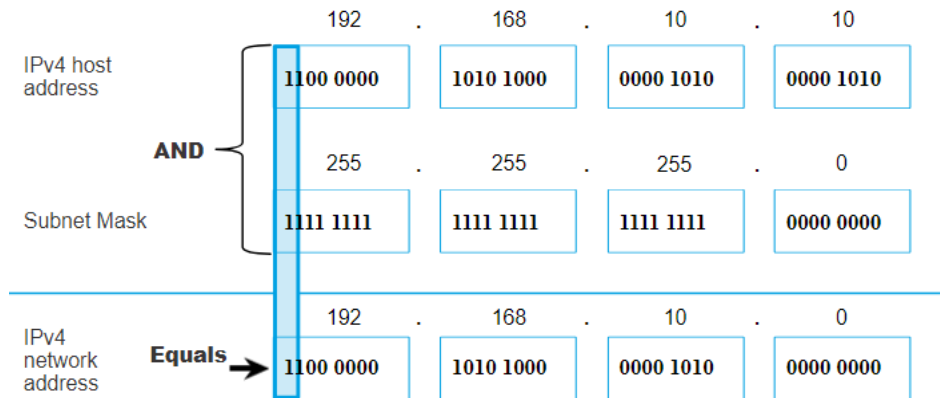
- 前缀长度是用于标识子网掩码地址的一种较简单的方法。
- 前缀长度是子网掩码中设置为 1 的位数。
- 它是用“斜线记法”写的，因此，计算子网掩码中的位数，并在前面加斜线表示。

子网掩码	32 位地址	前缀长度
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30

IPv4 地址结构

确定网络: 逻辑与(AND)

- 逻辑与(AND)布尔运算用于确定网络地址。
 - 逻辑 AND 是两个位的比较, 其中只有1AND1产生1, 任何其他组合都会产生0。
 - $1 \text{ AND } 1 = 1$, $0 \text{ AND } 1 = 0$, $1 \text{ AND } 0 = 0$, $0 \text{ AND } 0 = 0$
 - 1 = 真, 0 = 假
-
- 要确定的网络地址, 应将主机 IPv4 地址与子网掩码逐位进行逻辑 AND 运算来标识网络地址。



IPv4 地址结构

网络地址、主机地址和广播地址

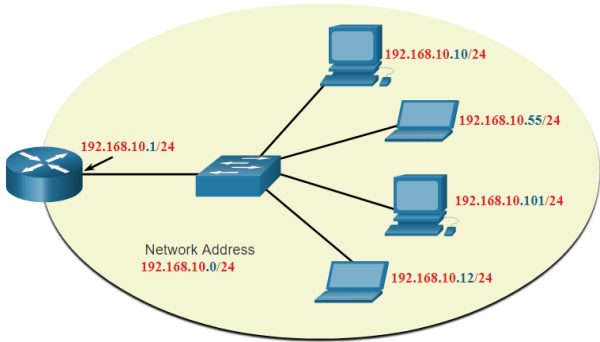
这段视频会包含以下内容：

- 网络地址
- 广播地址
- 第一个可用主机
- 最后一个可用主机

IPv4 地址结构

网络地址、主机地址和广播地址

- 在每个网络中有三种类型的 IP 地址：
 - 网络地址
 - 主机地址
 - 广播地址

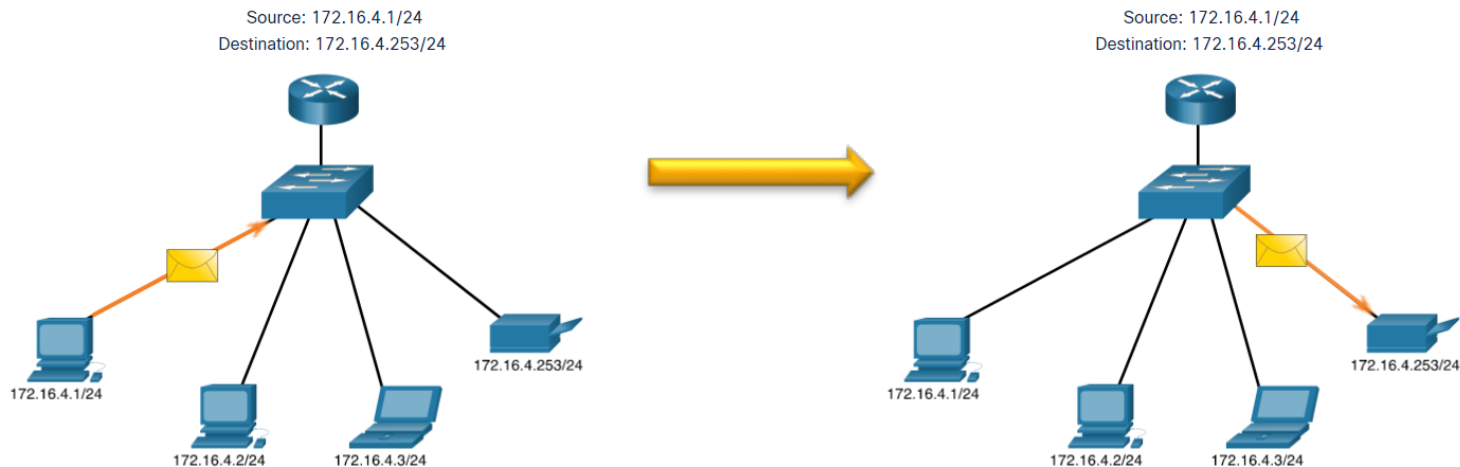


	网络部分	主机部分	主机位数
子网掩码 255.255.255.0 或 24	255 255 255 11111111 11111111 11111111	0 00000000	
网络地址 192.168.10.0 或 24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	0 00000000	全0
第一个地址 192.168.10.1 或 /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	1 000001	所有 0 和 1
最后一个地址 192.168.10.254 或 /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	254 11111110	所有 1s 和一个 0
广播地址 192.168.10.255 或 /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	255 11111111	全 1

IPv4单播、广播和组播

单播

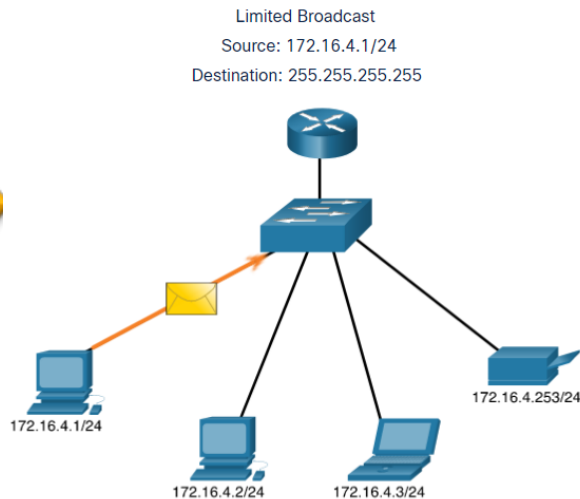
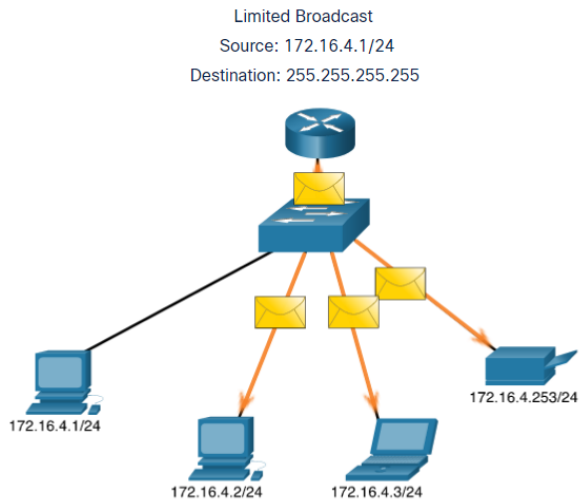
- 单播传输是将数据包发送到一个目的IP地址。
- 例如, IP为172.16.4.1的PC将一个单播数据包发送到 IP 为172.16.4.253 的打印机。



IPv4单播、广播和组播

广播

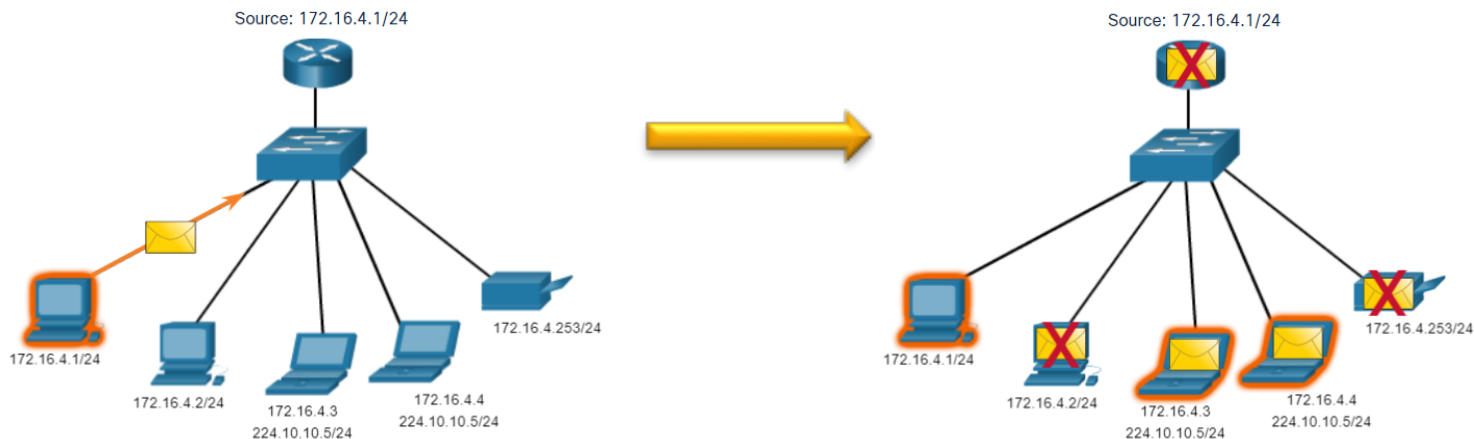
- 广播传输是发送一个数据包到所有其他目的IP地址。
- 例如, IP为172.16.4.1 的电脑向所有 IPv4 主机发送广播数据包。



IPv4单播、广播和组播

组播

- 组播传输是向组播地址组发送数据包。
- 例如, IP为172.16.4.1的电脑将组播数据包发送到组播组地址 224.10.10.5。



IPv4 地址的类型

公有和私有 IPv4 地址

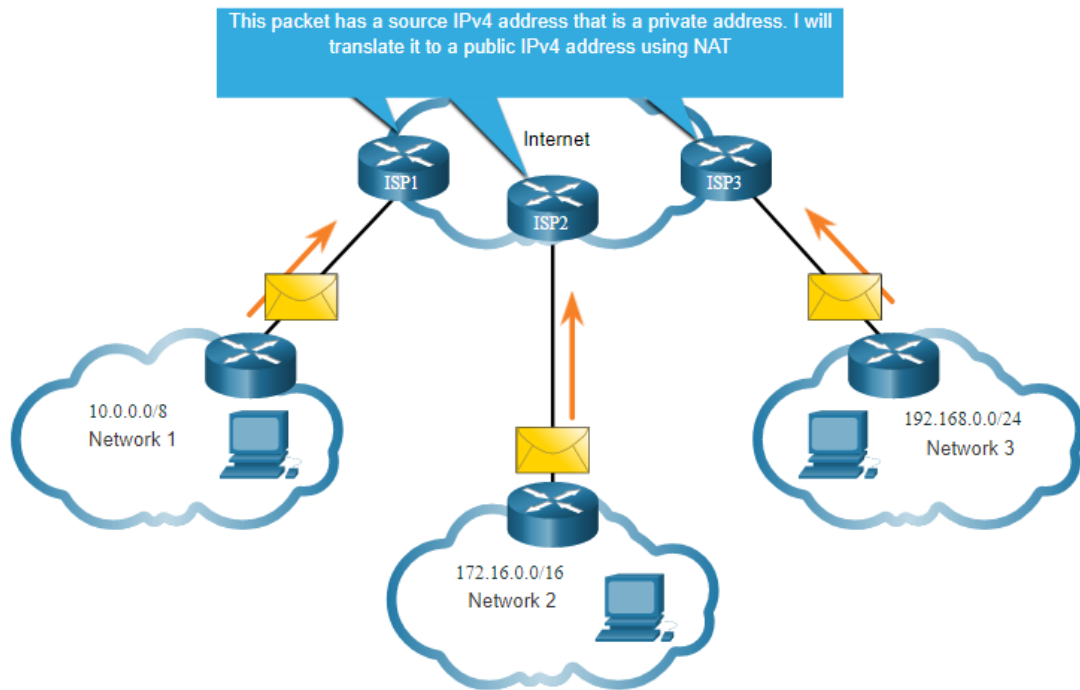
- 正如在RFC 1918中定义的那样，公有IPv4地址在互联网服务提供者(ISP)路由器之间进行全局路由。
- 私有地址是大多数组织用来将IPv4地址分配给内部主机的常用地址块。
- 私有 IPv4 地址并不是唯一的，可以在任何网络内部使用它。
- 但是，私有地址不可全局路由。

网络地址和前缀	RFC 1918 私有地址范围
10.0.0.0/8	10.0.0.0 - 10.255.255.255
172.16.0.0/12	172.16.0.0 - 172.31.255.255
192.168.0.0/16	192.168.0.0 - 192.168.255.255

IPv4 地址类型

路由到互联网

- 网络地址转换 (NAT) 将私有IPv4地址转换为公有IPv4地址。
- NAT通常在连接到互联网的边界路由器上启用。
- 它将内部私有地址转换为公有全局IP地址。



IPv4 地址类型

特殊用户 IPv4 地址

环回地址

- 127.0.0.0 /8 (127.0.0.1到127.255.255.254)
- 通常认为只有127.0.0.1
- 在主机上用于测试 TCP/IP 是否运行正常。

```
C:\Users\NetAcad> ping 127.0.0.1
Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

链路本地地址

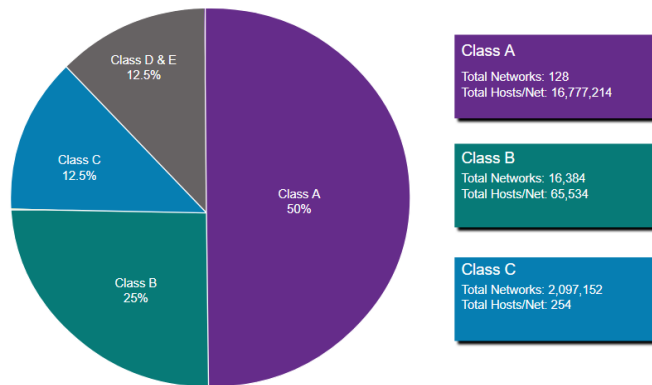
- 169.254.0.0 /16 (169.254.0.1到169.254.255.254)
- 通常被称为自动私有IP编址 (APIPA) 地址或自分配地址。
- 用于Windows DHCP客户端在没有DHCP服务器可用时进行自我配置。

IPv4 地址类型

传统有类编址

RFC 790(1981 年)在有类编址中对 IPv4 地址进行了分配。

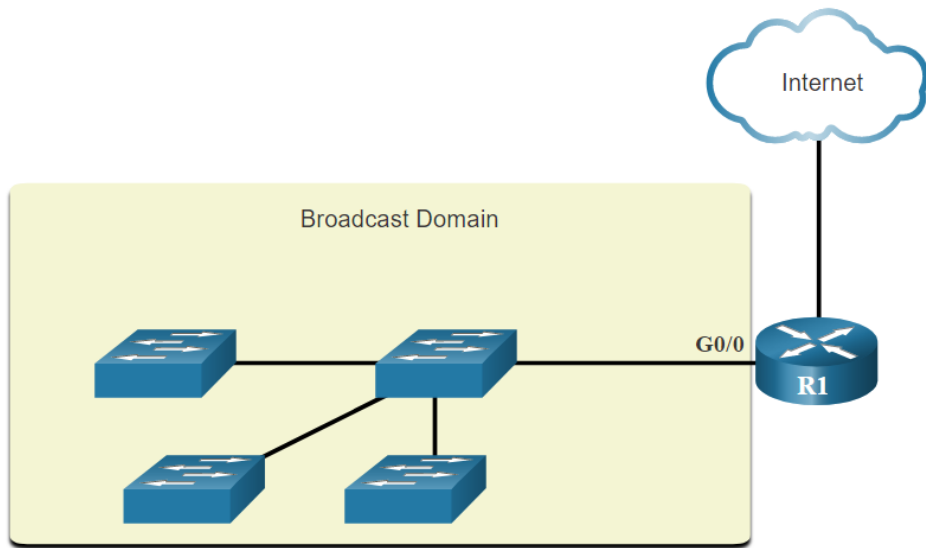
- A类 (0.0.0.0/8 到 127.0.0.0/8)
 - B类 (128.0.0.0 /16 到 191.255.0.0 /16)
 - C类 (192.0.0.0 /24 到 223.255.255.0 /24)
 - D类 (224.0.0.0 到 239.0.0.0)
 - E类 (240.0.0.0 到 255.0.0.0)
-
- 有类编址浪费了许多 IPv4 地址。



有类地址分配被替换为忽略类规则(A, B, C)的无类编址。

网络分段 广播域和分段

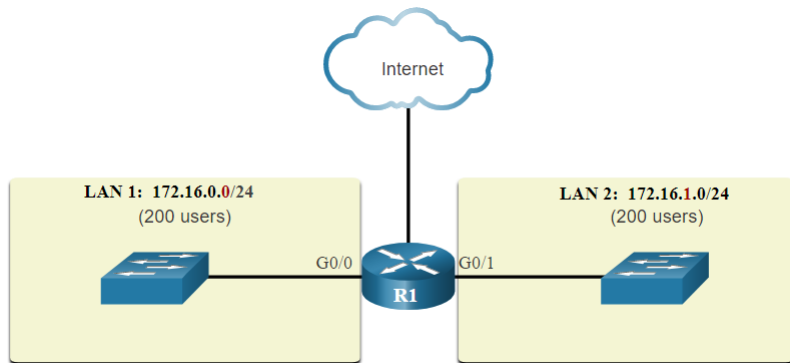
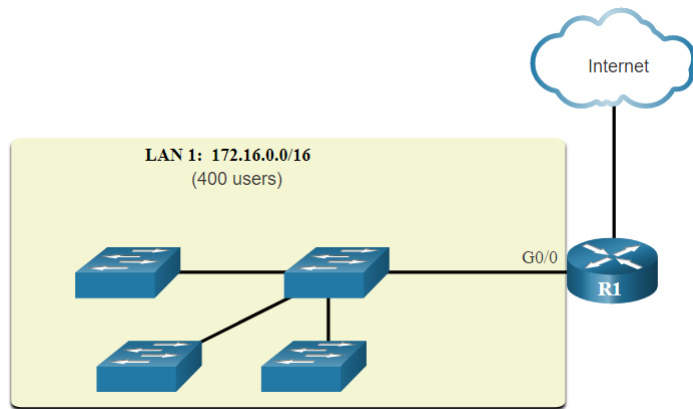
- 许多协议使用广播或组播(例如, ARP使用广播来定位其他设备, 主机发送DHCP 发现广播来定位DHCP服务器)。
- 交换机会将广播传播到所有接口, 接收它的接口除外。



- 停止广播的唯一设备是路由器。
- 路由器不传播广播。
- 每个路由器接口都连接了一个广播域, 而广播只能在特定广播域内传播。

网络分段 大型广播域问题

- 大型广播域的一个问题是这些主机会生成太多广播，这会对网络造成不良影响。
- 解决方案是使用称为“子网划分”的过程缩减网络的规模以创建更小的广播域。
- 将网络地址 172.16.0.0 /16 划分为两个各200用户的子网:172.16.0.0 /24和172.16.1.0 /24。
- 广播仅在更小的网络域内传播。

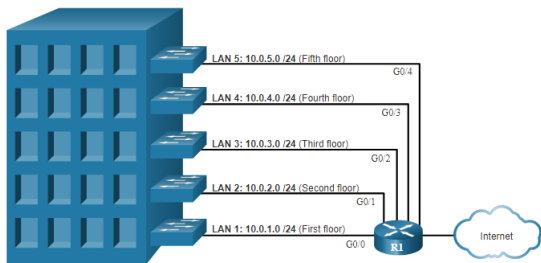


网络分段

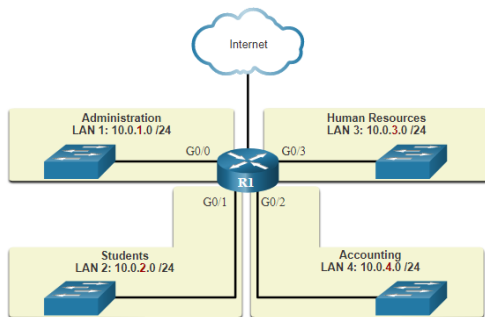
划分网络的原因

- 子网划分可以降低整体网络流量并改善网络性能。
- 它可以用来实现子网之间的安全策略。
- 子网减少了受异常广播流量影响的设备数量。
- 子网用于各种原因, 包括:

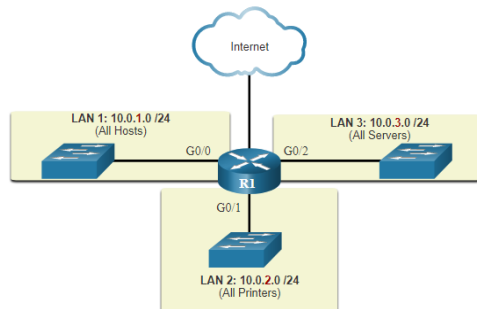
位置



组或功能



设备类型



对 IPv4 网络划分子网

在八位组边界划分子网

- 网络在二进制八位数边界 /8、/16 和 /24 处最容易进行子网划分。
- 注意，使用较长的前缀会减少每个子网能包含的主机数。

前缀长度	子网掩码	在二进制中的子网掩码（n = 网络，h = 主机）	#主机数量
/8	255.0.0.0	nnnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.00000000.00000000.00000000	16,777,214
/16	255.255.0.0	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.00000000.00000000	65,534
/24	255.255.255.0	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.00000000	254

对 IPv4 网络划分子网
在八位组边界划分子网(续)

- 在第一个表中10.0.0/8 使用 /16 进行子网划分, 在第二个表中, 使用 /24掩码。

子网地址 (可能有 256 个子网)	主机范围 (每个子网可能有 65,534 个主机)	广播
10.0.0.0/16	10.0.0.1 - 10.0.255.254	10.0.255.255
10.1.0.0/16	10.1.0.1 - 10.1.255.254	10.1.255.255
10.2.0.0/16	10.2.0.1 - 10.2.255.254	10.2.255.255
10.3.0.0/16	10.3.0.1 - 10.3.255.254	10.3.255.255
10.4.0.0/16	10.4.0.1 - 10.4.255.254	10.4.255.255
10.5.0.0/16	10.5.0.1 - 10.5.255.254	10.5.255.255
10.6.0.0/16	10.6.0.1 - 10.6.255.254	10.6.255.255
10.7.0.0/16	10.7.0.1 - 10.7.255.254	10.7.255.255
...
10.255.0.0/16	10.255.0.1 - 10.255.255.254	10.255.255.255

子网地址 (可能有 65,536 个子网)	主机范围 (每个子网可能有 254 个主机)	广播
10.0.0.0/24	10.0.0.1 - 10.0.0.254	10.0.0.255
10.0.1.0/24	10.0.1.1 - 10.0.1.254	10.0.1.255
10.0.2.0/24	10.0.2.1 - 10.0.2.254	10.0.2.255
...
10.0.255.0/24	10.0.255.1 - 10.0.255.254	10.0.255.255
10.1.0.0/24	10.1.0.1 - 10.1.0.254	10.1.0.255
10.1.1.0/24	10.1.1.1 - 10.1.1.254	10.1.1.255
10.1.2.0/24	10.1.2.1 - 10.1.2.254	10.1.2.255
...
10.100.0.0/24	10.100.0.1 - 10.100.0.254	10.100.0.255
...
10.255.255.0/24	10.255.255.1 - 10.255.255.254	10.255.255.255

对 IPv4 网络划分子网 在八位组边界划分子网

- 参考下表可以看到6种对/24网络划分子网的方式。

前缀长度	子网掩码	二进制子网掩码 (n = 网络, h = 主机)	#子网数	#主机数量
/25	255.255.255.128	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nhhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnhh 11111111.11111111.11111111.11111100	64	2

使用/16 和 /8前缀划分子网

使用/16前缀创建子网

- 表突出显示了对 /16 前缀进行子网划分的所有可能的场景。

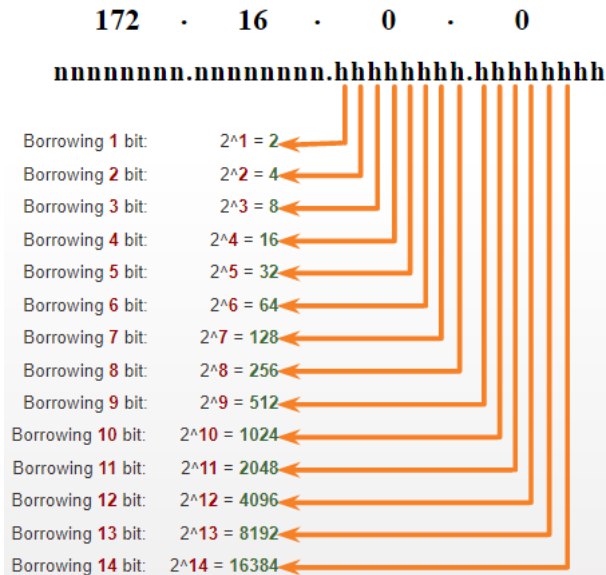
前缀长度	子网掩码	网络地址 (n = 网络, h = 主机)	#子网数	#主机数量
/17	255.255.128.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhnhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.100000.00000000	2	32766
/18	255.255.192.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11000000.00000000	4	16382
/19	255.255.224.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11100000.00000000	8	8190
/20	255.255.240.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11110000.00000000	16	4094
/21	255.255.248.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111000.00000000	32	2046
/22	255.255.252.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111100.00000000	64	1022
/23	255.255.254.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111110.00000000	128	510
/24	255.255.255.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.00000000	256	254
/25	255.255.255.128	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhnhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	512	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	1024	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	2048	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	4096	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	8192	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnhh 11111111.11111111.11111111.11111100	16384	2

使用/16 和 /8前缀划分子网 使用/16前缀创建100个子网

假设一家大型企业需要至少 100 个子网, 并且已选择私有地址 172.16.0.0/16 作为其内部网络地址。

- 该图显示了当从第三个二进制八位组和第四个二进制八位组借用位时能创建的子网数。
- 请注意, 现在最多有14个主机位可以借用(即, 最后两位不能被借走)。

要满足企业100个子网的要求, 需要借用 7 位(即 $2^7 = 128$ 个子网)。

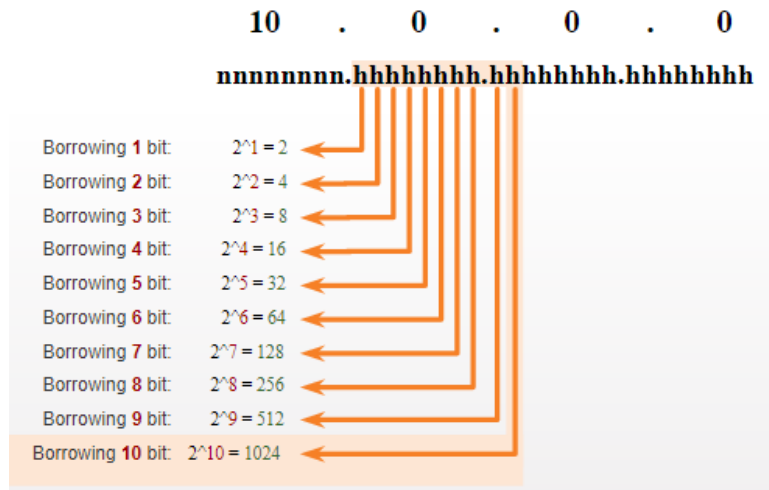


使用/16 和 /8前缀划分子网 使用/8前缀创建1000个子网

考虑一个小型ISP，它需要使用网络地址10.0.0.0/8为其客户端提供1000个子网，这意味着网络部分有8位，可借用24个主机位进行子网划分。

- 该图显示了当从第二个和第三个八位组借用位时能创建的子网数。
- 请注意，现在有多达 22 个主机位可以借用(即，最后两个位不能借用)。

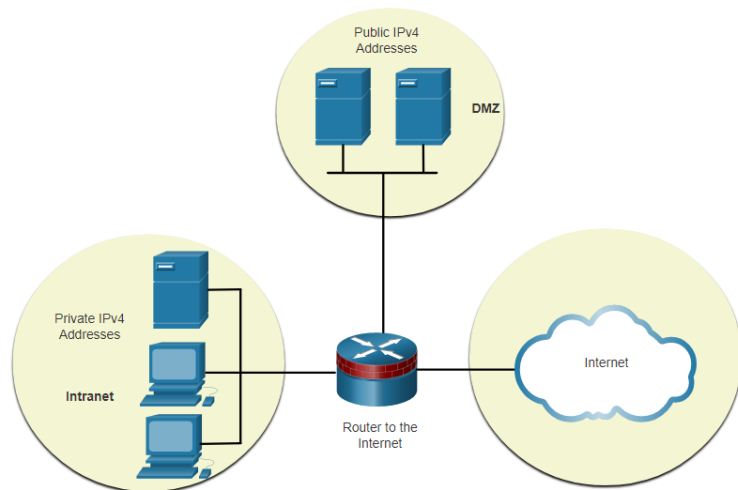
为了满足企业 1000 个子网的要求，需要借用10 位(即 $2^{10} = 1024$ 个子网)(总共 128 个子网)



对私有和公有IPv4地址空间进行子网划分

企业网络将有:


- 内部网-公司的内部网络通常使用私有 IPv4 地址。
- DMZ -公司面向互联网的服务器。DMZ 中的设备使用公有 IPv4 地址。
- 公司可以使用10.0.0.0/8及在/16或/24网络边界上划分子网。
- DMZ 设备必须配置公有 IP 地址。



按照要求划分子网
最小化未使用的主机 IPv4 地址并最大化子网

规划子网时需要考虑两个因素：

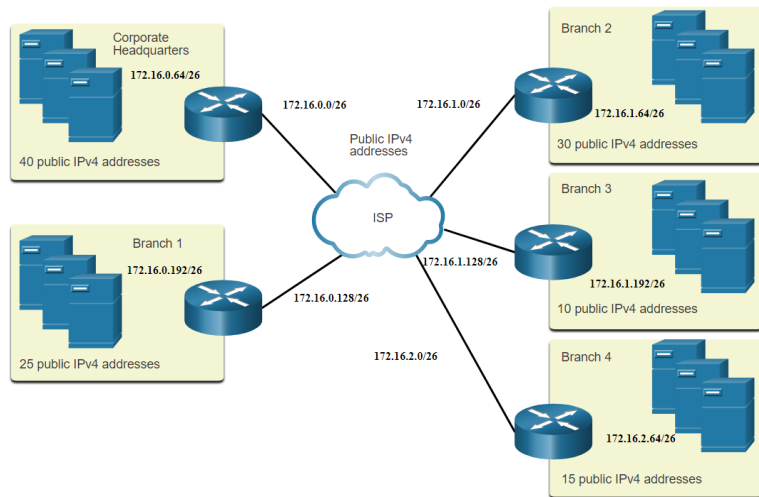
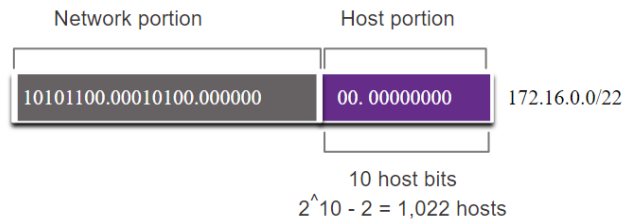
- 每个网络需要的主机地址数量
- 所需要的各个子网数量



前缀长度	子网掩码	二进制子网掩码 (n = 网络, h = 主机)	#子网数	#主机数量
/25	255.255.255.128	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nhhhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnhhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnhhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnnnn.nnnnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111100	64	2

示例：高效的IPv4子网划分

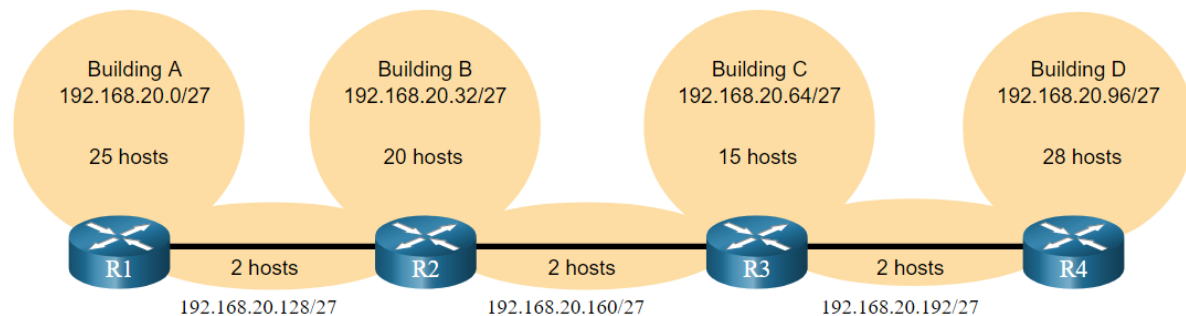
- 在本示例中，公司总部的ISP为其分配了一个公共网络地址172.16.0.0/22(10个主机位)，提供了1022个主机地址。
- 有五个站点，因此有五个互联网连接，这意味着该组织需要10个子网，最大的子网需要40个地址。
- 它使用/26(即255.255.255.192)子网掩码分配了10个子网。



VLSM IPv4 地址保留

给定拓扑结构, 需要7个子网络(即, 4个局域网和3个广域网链路), 主机数量最多的是在D楼, 有28台主机。

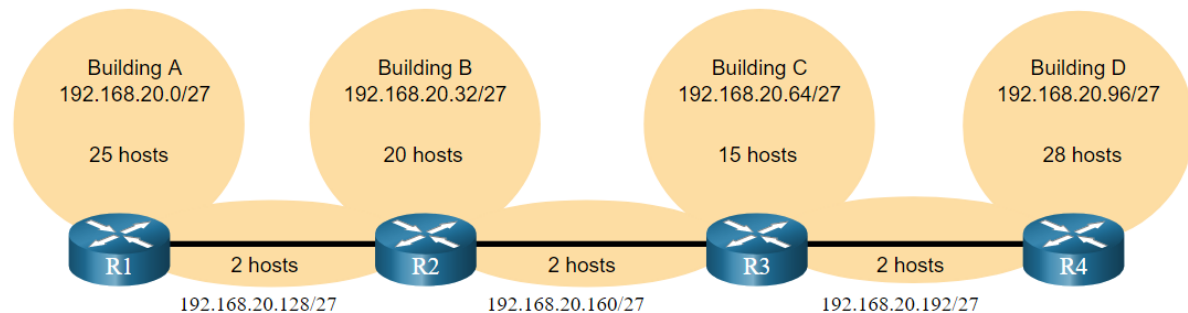
- /27 掩码将提供包含 30 个主机 IP 地址的 8 个子网, 因此支持这种拓扑结构。



VLSM IPv4 地址保留(续)

但是，点对点 WAN 链接仅需要两个地址，因此每个网络浪费了 28 个地址，共计 84 个未使用的地址。

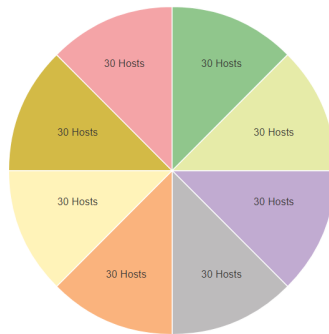
Host portion
 $2^5 - 2 = 30$ host IP addresses per subnet
 $30 - 2 = 28$
Each WAN subnet wastes 28 addresses
 $28 \times 3 = 84$
84 addresses are unused



- 对示例场景采用传统子网划分方案，效率并不是非常高，而且比较浪费。
- VLSM是为了避免浪费地址而开发的，它使我们能够对子网进行子网划分。

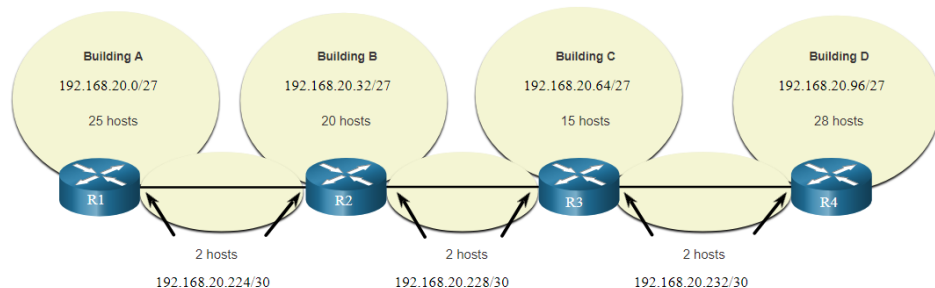
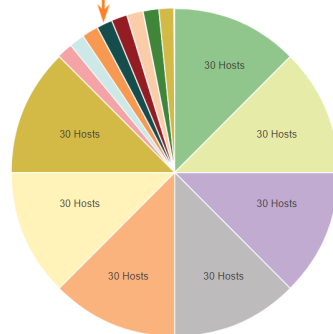
- 左侧显示了传统的子网划分方案(即相同的子网掩码), 而右侧则显示了如何使用VLSM划分子网并将最后一个子网划分为八个/30子网。
- 使用 VLSM 时, 始终首先满足最大子网的主机要求, 然后继续进行子网划分, 直到满足最小子网的主机要求。
- 应用了VLSM的最终拓扑。

Traditional Subnetting Creates Equal Sized Subnets



Subnets of Varying Sizes

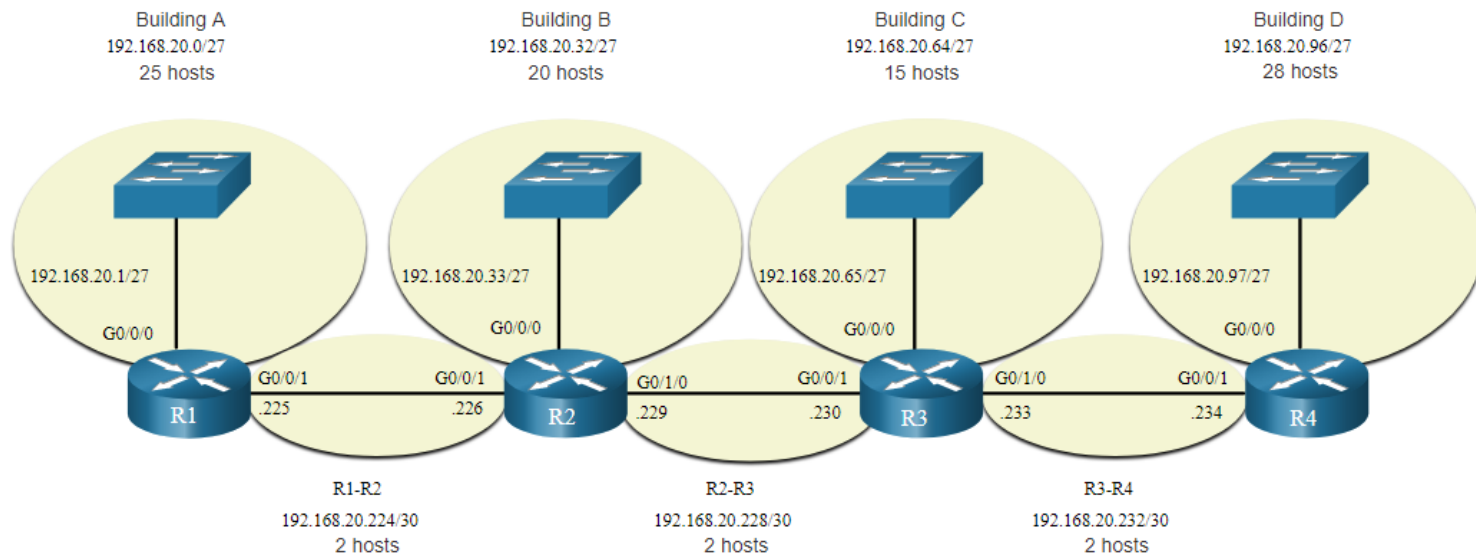
One subnet was further divided to create 8 smaller subnets of 2 hosts each.



VLSM

VLSM 拓扑地址分配

- 使用 VLSM 子网, 可以解决 LAN 和路由器间网络的问题, 而不会造成不必要的浪费。



新术语和命令

- prefix length
- logical AND
- network address
- broadcast address
- first usable address
- last usable address
- unicast, broadcast, and multicast transmissions
- private addresses
- public addresses
- Network Address Translation (NAT)
- loopback addresses
- Automatic Private IP Addressing (APIPA) addresses
- classful addressing (Class A, B, C, D, and E)

Internet Assigned Numbers Authority (IANA)
Regional Internet Registries (RIRs)
AfriNIC, APNIC, ARIN, LACNIC, and RIPE NCC
broadcast domains
subnets
octet boundary
variable-length subnet mask (VLSM)

