



实验二 设计 IPv4 子网编址方案

一、实验目的

理解 IP 地址、子网掩码的概念；
掌握定长子网划分、可变长子网划分的方法。

二、实验环境

该实验是在局域网环境中进行的，设备如下：
运行 Windows server2003/XP/7/10 的 PC 机多台。

三、实验内容

1. 已知 IP 地址、网络掩码/子网掩码，确定有关该 IP 地址的其它信息：
 - 1) 该 IP 所属的子网地址
 - 2) 此子网的广播地址
 - 3) 此子网的主机地址范围
 - 4) 此子网掩码的最大子网数量
 - 5) 每个子网包含的主机数量
 - 6) 子网位数
2. 根据已知信息，进行子网划分，确定 IP 子网编址方案
3. 确定拓扑图中的子网数量并确定子网信息

四、实验步骤

任务 1：根据已知的 IP 地址和子网掩码确定子网信息

已知：主机 IP 地址、默认掩码和子网掩码，如表 1 所示。

表 1 主机 IP 地址、网络掩码和子网掩码

项目	值
主机 IP 地址	172.200.114.250
默认掩码	255.255.0.0 (/16)
子网掩码	255.255.255.192 (/26)

计算：确定该 IP 地址所在网络的详细信息，如表 2 所示：

表 2 确定子网详细信息

项目	值
子网位数	
子网数量	



每个子网的主机位数	
每个子网的可用主机数量	
此 IP 地址的子网地址	
此子网中第一台主机的 IP 地址	
此子网中最后一台主机的 IP 地址	
此子网的广播地址	

步骤 1：将主机 IP 地址和子网掩码转换为二进制记法。

	172	200	114	250
IP 地址：	10101100	11001000	01110010	11111010
	11111111	11111111	11111111	11000000
子网掩码：	255	255	255	192

步骤 2：确定此主机地址所属的网络（或子网）。

在掩码下划一条线。然后对 IP 地址和子网掩码执行逐位逻辑“与”操作。1 同 1 的“与”操作结果为 1；0 同任意值的“与”操作结果均为 0。将所得结果表示为点分十进制记法，即为此子网的子网地址 **172.200.114.192**。

	172	200	114	250
IP 地址：	10101100	11001000	01110010	11111010
子网掩码：	11111111	11111111	11111111	11000000
	10101100	11001000	01110010	11000000
子网地址：	172	200	114	192

步骤 3：确定该地址中的哪些位包含网络信息，哪些位包含主机信息。

在默认掩码（即不划分子网时的掩码）中的 1 结束处划一条波浪线作为主分界线 (M.D.)。本例中的默认掩码是 255.255.0.0，即最左边的前 16 个位。

在所给子网掩码中的 1 结束处划一条直线作为子网分界线 (S.D.)，如图 1 所示。掩码中的 1 在哪里结束，网络信息也在哪里结束。

IP 地址	10101110	11001000	01110010	11111010
子网掩码	11111111	11111111	11111111	11000000
子网地址	10101110	11001000	01110010	11000000
M.D. ← 10 位 → S.D.				

图 1 确定主分界线 (M.D.)和子网分界线 (S.D.)

计算 M.D. 和 S.D. 之间的位数就可以确定子网位数，在本例中为 10 位。

步骤 4：确定子网位和主机位的范围。

确定 M.D. 和 S.D. 之间的子网计算范围。确定 S.D. 和右边末尾最后各位之间的主机计算范围，如图 2 所示。



IP 地址	10101110	11001000	01110010	11111010
子网掩码	11111111	11111111	11111111	11000000
子网地址	10001010	11001000	01110010	11000000
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><div>←子网计算范围→</div><div>←主机→ 计算范围</div></div>				

图2 确定子网计算范围和主机计算范围

步骤 5：确定此子网中可用的主机地址范围和广播地址。

复制该网络地址的所有网络/子网位（即 S.D. 之前的所有位）。

在主机部分（S.D. 的右边），除了将最右边的位（即最低位）置为 1 外，将其余主机位全部置为 0。这样就得出此子网中的第一个主机 IP 地址，即此子网的主机地址范围的起始部分，在本例中为 **172.200.114.193**。

在主机部分（S.D. 的右边），除了将最右边的位（即最低位）置为 0 外，将其余主机位全部置为 1。这样就得出此子网中的最后一个主机 IP 地址，即此子网的主机地址范围的结束部分，在本例中为 **172.200.114.254**。

在主机部分（S.D. 的右边），将主机位全部置为 1。这样就得出此子网的广播 IP 地址，即此子网的广播地址，在本例中为 **172.200.114.255**。如图 3 所示。

IP 地址	10101110	11001000	01110010	11111010
子网掩码	11111111	11111111	11111111	11000000
子网地址	10101110	11001000	01110010	11000000
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><div>←子网计算范围→</div></div>				
第一台主机	10101110	11001000	01110010	11000001
	172	200	114	193
最后一台主机	11111111	11111111	11111111	11111110
	172	200	114	254
广播地址	10101110	11001000	01110010	11111111
	172	200	114	255

图 3 确定主机地址范围和广播地址

步骤 6：确定子网数量。

使用公式 2^n ，其中， n 是子网计数范围中的位数。

子网位数 10 位，子网数量（全 0、全 1 子网均使用） $2^{10}=1024$ 个子网。

步骤 7：确定每个子网的可用主机数量。

每个子网的主机数量取决于主机位数（在本例中为 6 位）。每个子网的主机位数 6 位，每个子网的可用主机数量： $2^6-2=62$ ，每个子网 62 台主机。

步骤 8：IP 地址所在子网的详细信息，如表 3 所示。

表 3 IP 地址所在子网的详细信息



项目	值
主机 IP 地址	172.200.114.250
子网掩码	255.255.255.192 (/26)
子网位数、子网数量	10 位、 $2^{10} = 1024$ 个子网
每个子网的主机位数	6 位
每个子网的可用主机数量	$2^6 - 2 = 64 - 2 =$ 每个子网 62 台主机
此 IP 地址的子网地址	172.200.114.192
此子网中第一台主机的 IP 地址	172.200.114.193
此子网中最后一台主机的 IP 地址	172.200.114.254
此子网的广播地址	172.200.114.255

任务 2: 根据已知信息, 进行子网划分, 确定 IP 子网编址方案。某公司被分配 198.200.61.0/24 网段, 现需划分 4 个子网络分配给 4 个部门使用, 已知每个部门的主机数不超过 30 台, 对该 C 类地址进行子网划分。

分析: 将一个 C 类(198.200.61.0/24)地址划分为若干个子网, 必然要从代表主机位的第四个字节取出若干位用于划分子网。取出 1 位子网位, 可得 2 个子网; 取出 2 位子网位, 可得 4 个子网; 以此类推 (此处假设子网位全 0、全 1 的子网均可用)。

步骤 1: 确定所需的子网数, 需要 4 个子网;

步骤 2: 确定所需的子网位数;

如果取 2 位子网位, 可得 4 个子网, 每个子网可容纳的主机数为 $2^6 - 2 = 62$;

如果取 3 位子网位, 可得 8 个子网, 每个子网可容纳的主机数为 $2^5 - 2 = 30$;

以此类推……

步骤 3: 确定所需的主机位数;

每个部门主机数不超过 30 台, 则所需的主机位数最小为 5 ($2^5 - 2 = 30$);

步骤 4: 根据子网需求和主机需求, 确定子网位数: 3, 主机位数: 5;

步骤 5: 确定子网掩码:

网络地址:	198	200	61	0
取 3 位子网位划分子网:				
子网掩码:	11111111	11111111	11111111	11100000
十进制表示:	255	255	255	224

步骤 6: 确定每个子网的网络地址:

子网掩码: 11111111 11111111 11111111 11100000



列出可能的组合

000 00000 → 0

001 00000 → 32

010 00000 → 64

011 00000 → 96

.....

111 00000 → 224

198 . 200 . 61 .
原本的网络号



步骤 7: 得到子网划分方案如表 4 所示。

表 4 子网划分方案

子网	网络号	可用首地址	可用末地址	广播地址
0	198.200.61.0	198.200.61.1	198.200.61.30	198.200.61.31
1	198.200.61.32	198.200.61.33	198.200.61.62	198.200.61.63
2	198.200.61.64	198.200.61.65	198.200.61.94	198.200.61.95
3	198.200.61.96	198.200.61.97	198.200.61.126	198.200.61.127
4	198.200.61.128	198.200.61.129	198.200.61.158	198.200.61.159
5	198.200.61.160	198.200.61.161	198.200.61.190	198.200.61.191
6	198.200.61.192	198.200.61.193	198.200.61.222	198.200.61.223
7	198.200.61.224	198.200.61.225	198.200.61.254	198.200.61.255

步骤 8: 从表 4 中任取 4 个子网, 分配给 4 个部门即可。

任务 3: 确定拓扑图中的子网数量并记录子网信息

对 200.20.10.0/24 划分子网, 根据每个网络拓扑需要的子网数量, 为每个网络拓扑设计相应的寻址方案, 并将正确的地址和掩码填入地址表中。在本案例中, 暂不考虑主机数量。

1) 子网寻址任务 1 拓扑图, 如图 4 所示。确定拓扑图中的子网数量, 并记录子网信息。

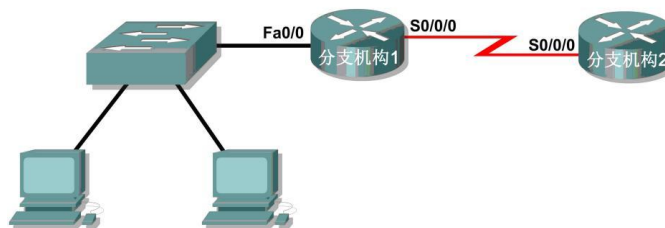


图 4 子网寻址任务 1 拓扑图

步骤 1: 有多少个网络? 2

步骤 2: 创建所需的子网数量应借用多少位? 1

步骤 3: 每个子网可以得到多少个可用主机地址? 126

步骤 4: 新的子网掩码的十进制形式是什么? 255.255.255.128

步骤 5: 有多少子网可供将来使用? 0

步骤 6: 子网寻址任务 1, 记录子网信息, 如表 4 所示。

表 4 子网寻址任务 1 的子网信息

子网号	子网地址	第一个可用主机地址	最后一个可用主机地址	广播地址
0	200.20.10.0	200.20.10.1	200.20.10.126	200.20.10.127
1	200.20.10.128	200.20.10.129	200.20.10.254	200.20.10.255

2) 子网寻址任务 2 拓扑图, 如图 5 所示。

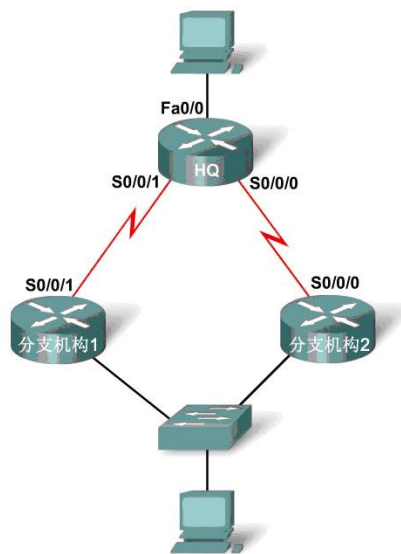


图 5 子网寻址任务 2 拓扑图

- 步骤 1: 有多少个网络? 4
- 步骤 2: 创建所需的子网数量应借用多少位? 2
- 步骤 3: 这样, 每个子网可以得到多少个可用主机地址? 62
- 步骤 4: 新的子网掩码的十进制形式是什么? 255.255.255.192
- 步骤 5: 有多少子网可供将来使用? 0
- 步骤 6: 子网寻址任务 2, 记录子网信息, 如表 5 所示。

表 5 子网寻址任务 2 的子网信息

子网号	子网地址	第一个可用主机地址	最后一个可用主机地址	广播地址
0	200.20.10.0	200.20.10.1	200.20.10.62	200.20.10.63
1	200.20.10.64	200.20.10.65	200.20.10.126	200.20.10.127
2	200.20.10.128	200.20.10.129	200.20.10.190	200.20.10.191
3	200.20.10.192	200.20.10.192	200.20.10.254	200.20.10.255

3) 子网寻址任务 3 拓扑图, 如图 5 所示。确定拓扑图中的子网数量, 并记录子网信息。

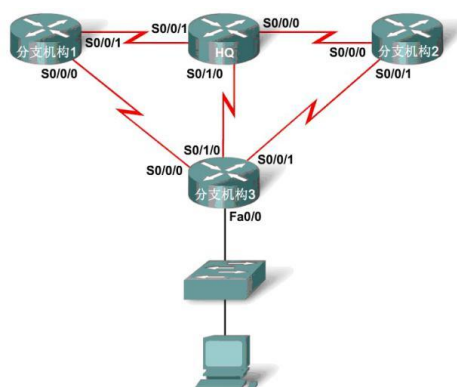


图 6 子网寻址任务 3 拓扑图



步骤 1: 有多少个网络? 6

步骤 2: 创建所需的子网数量应借用多少位? 3

步骤 3: 这样, 每个子网可以得到多少个可用主机地址? 30

步骤 4: 新的子网掩码的十进制形式是什么? 255.255.255.224

步骤 5: 有多少子网可供将来使用? 2

步骤 6: 子网寻址任务 3, 记录子网信息, 如表 6 所示。

表 6 子网寻址任务 3 的子网信息

子网号	子网地址	第一个可用主机地址	最后一个可用主机地址	广播地址
0	200.20.10.0	200.20.10.1	200.20.10.30	200.20.10.31
1	200.20.10.32	200.20.10.33	200.20.10.62	200.20.10.63
2	200.20.10.64	200.20.10.65	200.20.10.94	200.20.10.95
3	200.20.10.96	200.20.10.97	200.20.10.126	200.20.10.127
4	200.20.10.128	200.20.10.129	200.20.10.158	200.20.10.159
5	200.20.10.160	200.20.10.161	200.20.10.190	200.20.10.191
6	200.20.10.192	200.20.10.193	200.20.10.222	200.20.10.223
7	200.20.10.224	200.20.10.2200	200.20.10.254	200.20.10.255



实验二 设计 IPv4 子网编址方案（续）

一、实验目的

熟悉并掌握使用 VLSM 技术规划 IP 地址的基本方法。

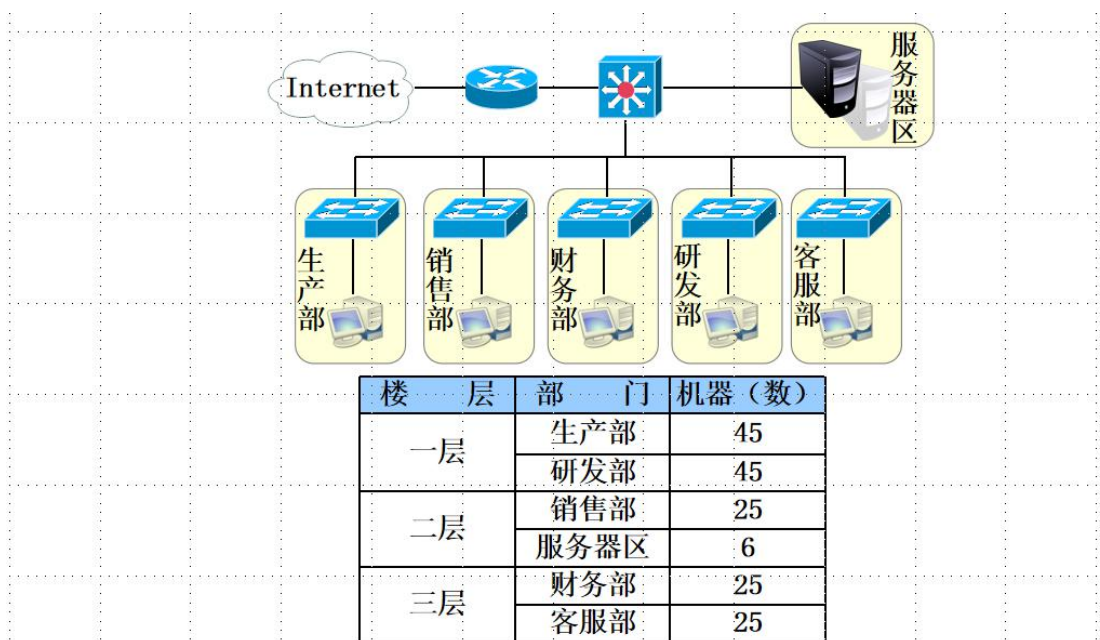
二、实验环境

该实验是在局域网环境中进行的，设备如下：

运行 Windows server2003/XP/7/10 的 PC 机多台。

三、实验内容

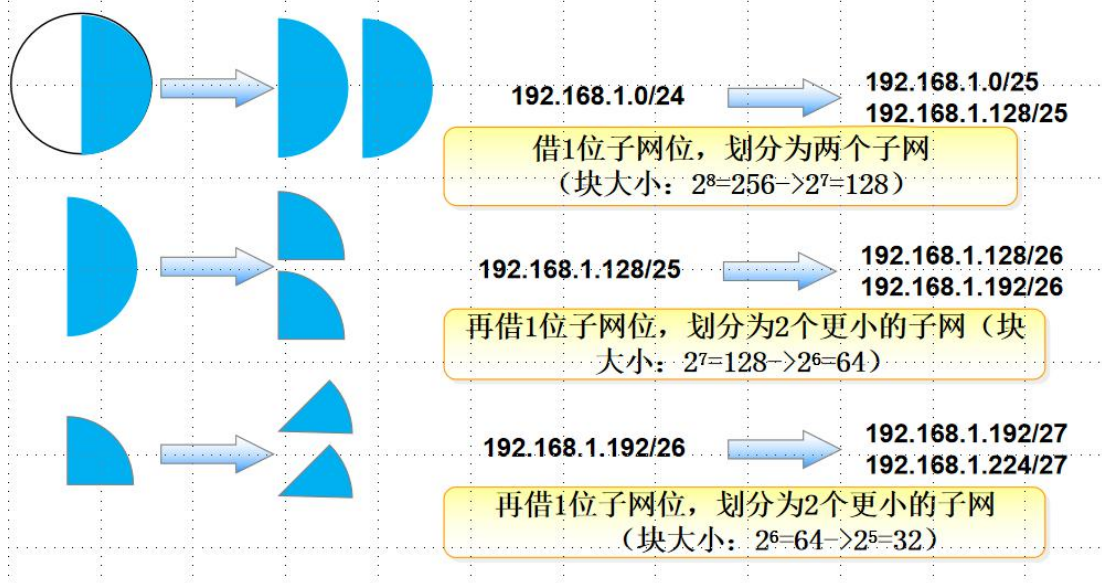
任务：某公司分配了地址块 192.168.10.0/24，该公司有 5 个部门，其网络连接图如图所示。使用 VLSM 技术规划每个部门、服务器区使用的地址块信息。



四、实验步骤

❖ 可变长子网掩码 (VLSM)

■ VLSM允许把子网继续划分为更小的子网

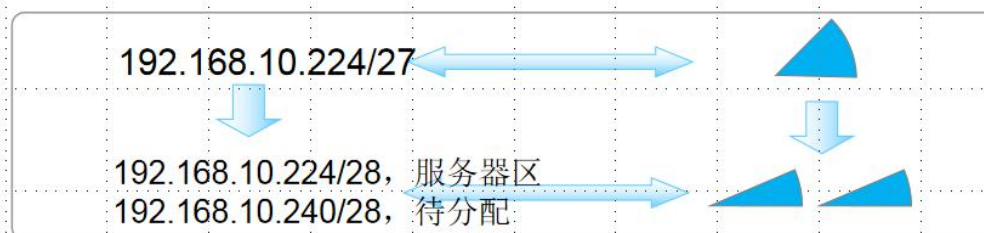
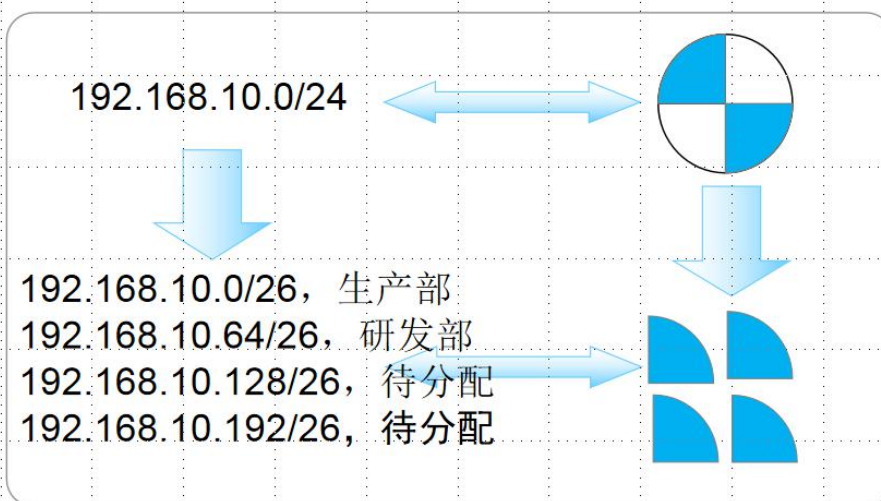


❖ 子网划分时，按照子网**先大后小**的顺序开始划分。

❖ 先大后小：先确定包含主机数最多的网络，再依次分配主机数稍少的网络。

■ 本例所有部门中，最多的主机数为**45**(生产部、研发部)，确定将**192.168.10.0/24**这个**C**类地址划分**4**个子网，其中每一个子网包含**62**个有效地址，并将两个子网分别分配给这两个有**45**台主机的部门(生产部、研发部)。

■ 再将剩下的子网继续划分为更小的子网，分配给包含**25**台计算机的部门.....



将192.168.10.240/28继续划分子网，作为管理地址和互联地址.....



部 门	主机数	子网地址	IP地址范围	子网掩码
生产部	45	192.168.10.0/26	.1~.62	255.255.255.192
研发部	45	192.168.10.64/26	.65~.126	255.255.255.192
销售部	25	192.168.10.128/27	.129~.158	255.255.255.224
服务器组	6	192.168.10.224/28	.225~.238	255.255.255.240
财务部	25	192.168.10.160/27	.161~.190	255.255.255.224
客服部	25	192.168.10.192/27	.193~.222	255.255.255.224
设备互联地址	2	192.168.10.252/30	.253~.254	255.255.255.252
交换机管理地址	6	192.168.10.240/29	.241~.246	255.255.255.248
路由器管理地址	1	192.168.10.248/32	.248	255.255.255.255



补充：子网汇总

❖ IP地址汇总

■ 将子网**172.16.0.0/24**~**172.16.7.0/24**汇总成一个网络

172.16.0.0/24	10101100.00010000.00000000.00000000
172.16.1.0/24	10101100.00010000.00000001.00000000
172.16.2.0/24	10101100.00010000.00000010.00000000
172.16.3.0/24	10101100.00010000.00000011.00000000
172.16.4.0/24	10101100.00010000.00000100.00000000
172.16.5.0/24	10101100.00010000.00000101.00000000
172.16.6.0/24	10101100.00010000.00000110.00000000
172.16.7.0/24	10101100.00010000.00000111.00000000
172.16.0.0/21	10101100.00010000.00000000.00000000

汇总后的网络地址

❖ **IP子网汇总**：将多个连续的子网合并成一个网络。

❖ **IP子网汇总方法**：

- 确定需要汇总的各子网的子网地址；
- 将各子网地址以二进制形式写出；
- 比较各子网地址，从第**1**位开始比较，找到各子网连续相同的位，从不相同的位到第**32**位填充**0**，从而得到汇总后的网络地址；
- 汇总后的网络**ID**长度为各子网连续相同的位数。

❖ **IP子网汇总的好处**：

- 减少路由表规模；
- 分配连续的地址块。



❖ IP地址规划原则

- 唯一性：网络地址、子网地址、主机地址唯一
- 可扩展性：预留一定量的IP地址，满足网络扩容的需要
- 连续性：利于路由汇总，减小路由表，提高路由效率
- 实意性：尽量所使分配的IP地址具有一定的实际意义

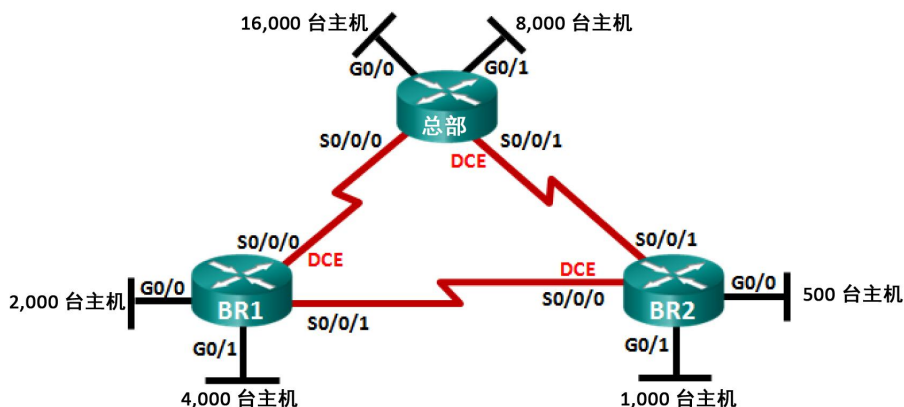
❖ IP地址规划注意事项

- 互联地址：一般只需要2个地址，使用/30的掩码即可。
- 配置Loopback地址：使用/32子网掩码即可。
- 配置网关地址：一般使用子网的第一个或最后一个地址。



任务 2：设计和实施 VLSM 编址方案（可选）

在本实验中，使用网络地址 172.16.128.0/17 为拓扑图所示网络制定地址方案。VLSM 用于满足 IPv4 编址要求。



第 1 部分：确定网络要求

确定网络要求，使用网络地址 172.16.128.0/17 为拓扑图所示网络制定 VLSM 地址方案。

第 1 步：确定有多少个可用主机地址和子网。

/17 网络中有多少个可用主机地址？ 32,766

拓扑图中需要的主机地址总数是多少？ 31,506

网络拓扑中需要多少子网？ 9

第 2 步：确定所需的最大子网。

子网说明（例如 BR1 G0/1 LAN 或 BR1-HQ WAN 链路）是什么？ HQ G0/0 LAN

最大的子网需要多少 IP 地址？ 16,000

支持这些主机地址的子网掩码是什么？ /18 或 255.255.192.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址？ 16,382

是否能对 172.16.128.0/17 网络划分子网以支持该子网？ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址？

172.16.128.0/18

172.16.192.0/18

将第一个网络地址用于此子网。

第 3 步：确定第二大子网。

子网说明是什么？ HQ G0/1 LAN



第二大子网需要多少 IP 地址? _____ 8,000

支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /19 或 255.255.224.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址? _____ 8,190

是否能继续划分剩余子网并且仍然支持该子网? _____ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址?

_____ 172.16.192.0/19

_____ 172.16.224.0/19

将第一个网络地址用于此子网。

第 4 步: 确定下一个最大的子网。

子网说明是什么? _____ BR1 G0/1 LAN

下一个最大的子网需要多少 IP 地址? _____ 4,000

支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /20 或 255.255.240.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址? _____ 4,094

是否能继续划分剩余子网并且仍然支持该子网? _____ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址?

_____ 172.16.224.0/20

_____ 172.16.240.0/20

将第一个网络地址用于此子网。

第 5 步: 确定下一个最大的子网。

子网说明是什么? _____ BR1 G0/0 LAN

下一个最大的子网需要多少 IP 地址? _____ 2,000

支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /21 或 255.255.248.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址? _____ 2,046

是否能继续划分剩余子网并且仍然支持该子网? _____ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址?

_____ 172.16.240.0/21

_____ 172.16.248.0/21

将第一个网络地址用于此子网。

第 6 步: 确定下一个最大的子网。

子网说明是什么? _____ BR2 G0/1 LAN

下一个最大的子网需要多少 IP 地址? _____ 1,000



支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /22 或 255.255.252.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址? _____ 1,022

是否能继续划分剩余子网并且仍然支持该子网? _____ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址?

_____ 172.16.248.0/22

_____ 172.16.252.0/22

将第一个网络地址用于此子网。

第 7 步: 确定下一个最大的子网。

子网说明是什么? _____ BR2 G0/0 LAN

下一个最大的子网需要多少 IP 地址? _____ 500

支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /23 或 255.255.254.0

该子网掩码总共能支持多少个主机地址? _____ 510

是否能继续划分剩余子网并且仍然支持该子网? _____ 能

该子网划分将产生哪两个网络地址?

_____ 172.16.252.0/23

_____ 172.16.254.0/23

将第一个网络地址用于此子网。

第 8 步: 确定需要支持串行链路的子网。

每个串行子网链路需要多少个主机地址? _____ 2

支持这些主机地址的子网掩码是什么? _____ /30 或 255.255.255.252

- a. 请继续对每个新子网的第一个子网进行子网划分,直到您得到四个 /30 子网。在下面写出这些 /30 子网的前三个网络地址。

_____ 172.16.254.0/30

_____ 172.16.254.4/30

_____ 172.16.254.8/30

- b. 为以下这三个子网输入子网说明。

_____ HQ - BR1 串行链路

_____ HQ - BR2 串行链路

_____ BR1 - BR2 串行链路



第 2 部分：设计 VLSM 地址方案

第 1 步：计算子网信息。

使用您在第 1 部分获得的信息填写下表。

子网说明	所需主机数量	网络地址/CIDR	第一个主机地址	广播地址
HQ G0/0	16,000	172.16.128.0/18	172.16.128.1	172.16.191.255
HQ G0/1	8,000	172.16.192.0/19	172.16.192.1	172.16.223.255
BR1 G0/1	4,000	172.16.224.0/20	172.16.224.1	172.16.239.255
BR1 G0/0	2,000	172.16.240.0/21	172.16.240.1	172.16.247.255
BR2 G0/1	1,000	172.16.248.0/22	172.16.248.1	172.16.251.255
BR2 G0/0	500	172.16.252.0/23	172.16.252.1	172.16.253.255
HQ S0/0/0 - BR1 S0/0/0	2	172.16.254.0/30	172.16.254.1	172.16.254.3
HQ S0/0/1 - BR2 S0/0/1	2	172.16.254.4/30	172.16.254.5	172.16.254.7
BR1 S0/0/1 - BR2 S0/0/0	2	172.16.254.8/30	172.16.254.9	172.168.254.11

第 2 步：完成设备的接口地址表。

将子网中的第一个主机地址分配给以太网接口。应该为 HQ 分配指向 BR1 和 BR2 的串行链路上的第一个主机地址。应该为 BR1 分配指向 BR2 的串行链路的第一个主机地址。

设备	接口	IP 地址	子网掩码	设备接口
HQ	G0/0	172.16.128.1	255.255.192.0	16,000 个主机 LAN
	G0/1	172.16.192.1	255.255.224.0	8,000 个主机 LAN
	S0/0/0	172.16.254.1	255.255.255.252	BR1 S0/0/0
	S0/0/1	172.16.254.5	255.255.255.252	BR2 S0/0/1
BR1	G0/0	172.16.240.1	255.255.248.0	2,000 个主机 LAN
	G0/1	172.16.224.1	255.255.240.0	4,000 个主机 LAN
	S0/0/0	172.16.254.2	255.255.255.252	HQ S0/0/0
	S0/0/1	172.16.254.9	255.255.255.252	BR2 S0/0/0
BR2	G0/0	172.16.252.1	255.255.254.0	500 个主机 LAN
	G0/1	172.16.248.1	255.255.252.0	1,000 个主机 LAN
	S0/0/0	172.16.254.10	255.255.255.252	BR1 S0/0/1
	S0/0/1	172.16.254.6	255.255.255.252	HQ S0/0/1