



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	1010110	1100100	01110010	11111010
子网掩码	11111111	11111111	11111111	11000000
子网地址	1010110	1100100	01110010	11000000

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
←子网计算范围→ ←主机→ 计算范围				

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。这样就得出了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。这样就得出了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。这样就得出了此子网的广播 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
←子网计算范围→				
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 .
原来的网络号



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。

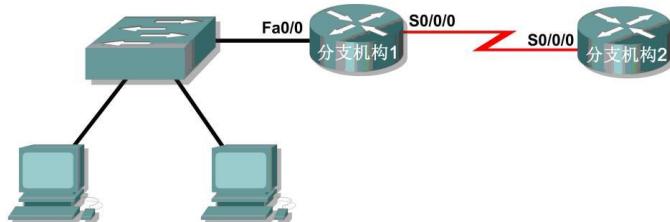


图 4 子网寻址任务 1 拓扑图

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。

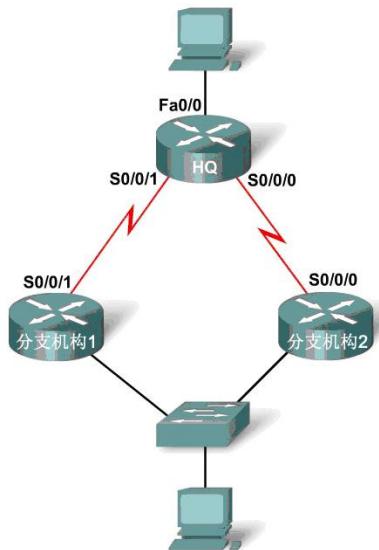


图 5 子网寻址任务 2 拓扑图

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。

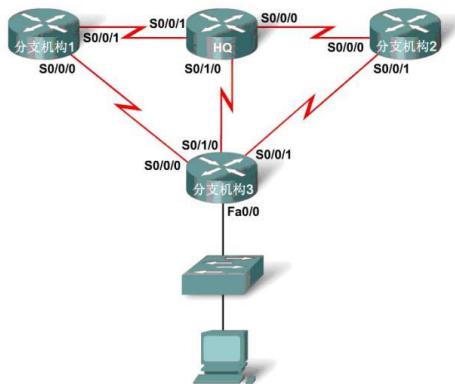


图 6 子网寻址任务 3 拓扑图



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。

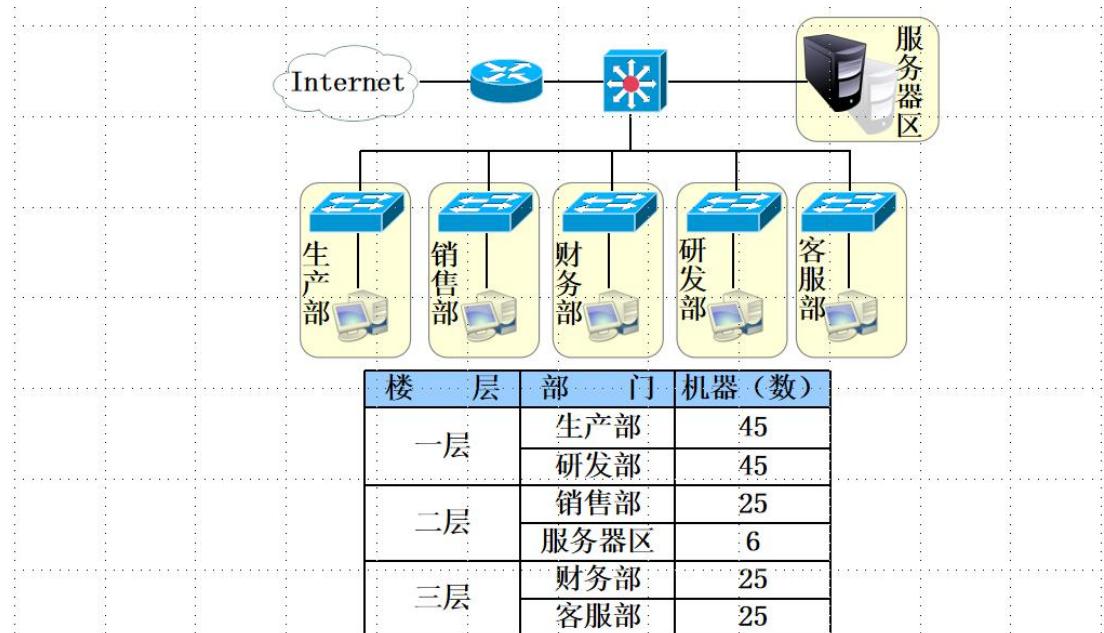
二、实验环境

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。

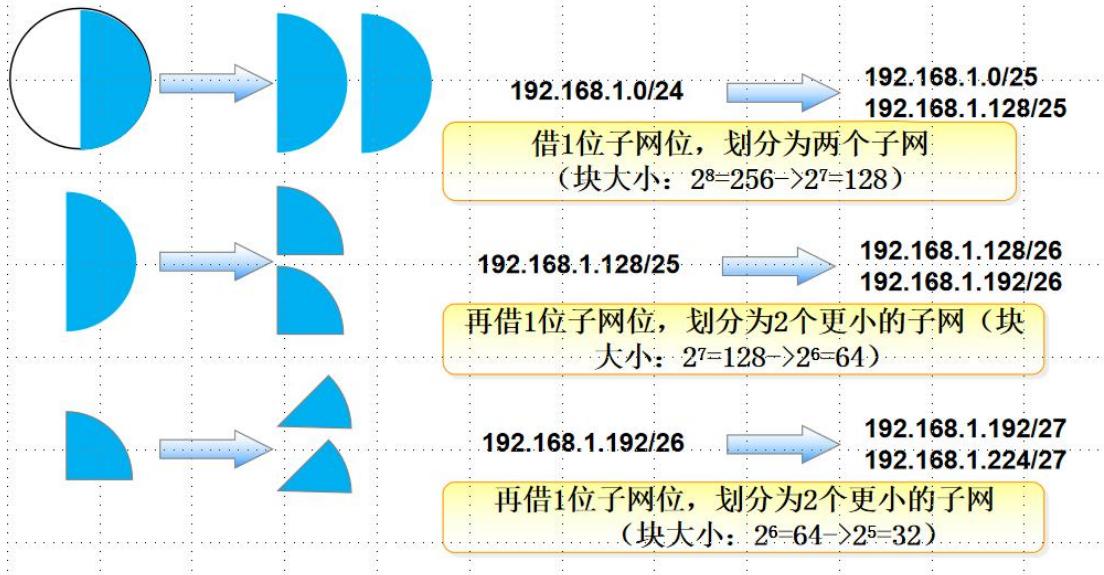




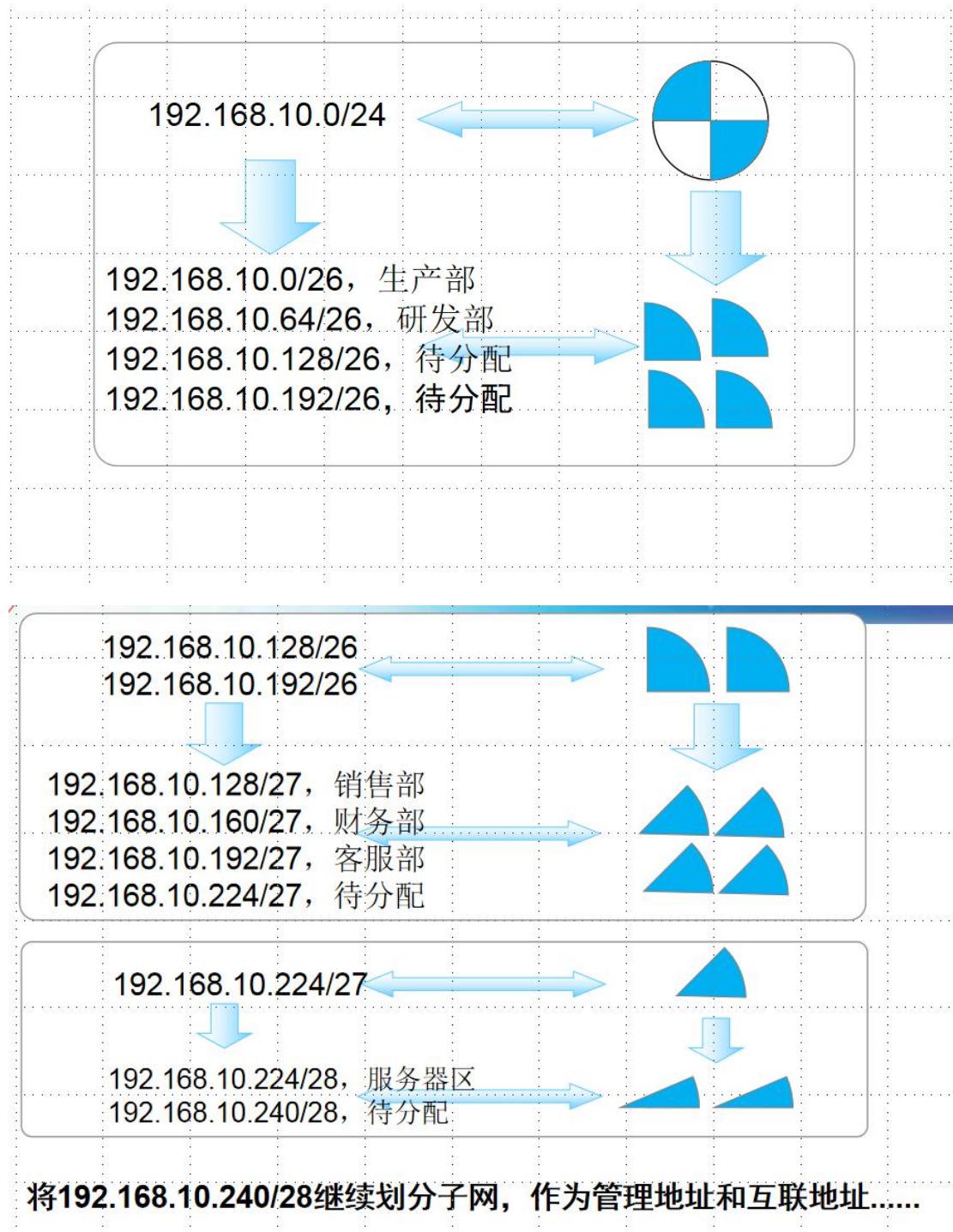
四、实验步骤

◆ 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.....





计算机网络实验指导书

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
172.16.1.0/24	10101100. 00010000. 00000001
172.16.2.0/24	10101100. 00010000. 00000010
172.16.3.0/24	10101100. 00010000. 00000011
172.16.4.0/24	10101100. 00010000. 00000100
172.16.5.0/24	10101100. 00010000. 00000101
172.16.6.0/24	10101100. 00010000. 00000110
172.16.7.0/24	10101100. 00010000. 00000111
172.16.0.0/21	10101100. 00010000. 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

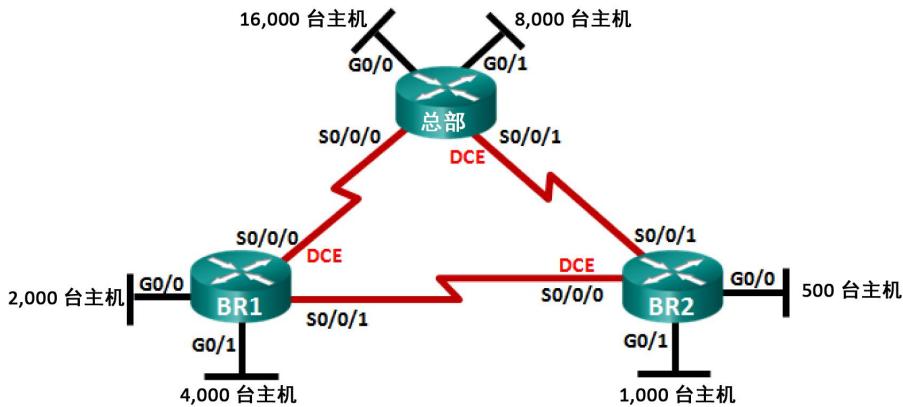
❖ IP地址规划注意事项

- 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