

IP 地址规划

项目学习说明

随着信息化的高速发展，人们把越来越多的事务转移到网络平台上。小到一个家庭，大到一个学校、企业，为了提高工作效率，共享信息资源，需要构建一个局域网络，合理地规划和使用 IP 地址。要构建简单的局域网络，需要掌握配置 IP 地址参数等基本知识 with 技能。

本项目重点学习部门间 IP 地址规划和合理利用 IP 地址的方法。

学习能力目标

学习任务 1 部门间 IP 地址规划

学习任务 2 合理利用 IP 地址

职业能力目标

- 能理解 IP 地址的分类
- 能规划和合理使用 IP 地址

学习任务 1 部门间 IP 地址规划



学习情境

某公司内设有技术部、学术部、销售部三个部门，每个部门均有 20 台计算机，且 ISP 已分配地址段 192.168.10.0/24 给该公司使用，请充分考虑网络的性能及管理效率等因素，对该网络的 IP 地址进行规划。



情境分析

从任务描述中可得知，公司的三个部门拥有计算机数量均为 20 台，且从 ISP 处获得一个 C 类 IP 地址段。从网络性能方面考虑，应尽量缩减网络流量，把部门内部通信业务尽量“圈定”在部门内部进行；从日常管理的角度考虑，把一个较大的网络分成相对较小的网络有利于隔离和排除故障。因此，可以考虑通过合理的子网划分来解决问题。

本任务需要完成的几个主要步骤如下。

（1）确定各子网的主机数量。

每台 TCP/IP 主机至少需要一个 IP 地址。

路由器每个接口各需要一个 IP 地址。

（2）确定每个子网的大小。

（3）基于以上需要，创建以下内容。

为整个网络设定一个子网掩码。

为每个物理网段设定一个子网 ID。

为每个子网确定主机的合法地址范围。

公司网络拓扑结构如图 1-1-1 所示。

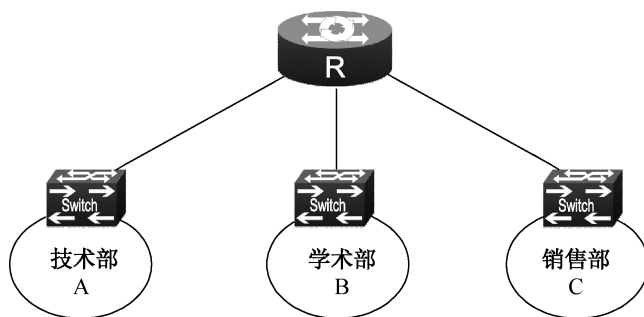


图 1-1-1 公司网络拓扑结构



相关知识

1. 子网掩码的分类

子网掩码共两类：一类是默认子网掩码，另一类是自定义子网掩码。默认子网掩码即未划分子网，对应的网络号的位都设置为 1，主机号都设置为 0。

A 类网络默认子网掩码：255.0.0.0。

B 类网络默认子网掩码：255.255.0.0。

C 类网络默认子网掩码：255.255.255.0。

自定义子网掩码是将一个网络划分为几个子网，需要每一段使用不同的网络号或子网号，实际上可以认为将主机号分为两个部分：子网号、子网主机号。其形式如下。

未做子网划分的 IP 地址：网络号 + 主机号

做子网划分后的 IP 地址：网络号 + 子网号 + 子网主机号

也就是说，IP 地址在划分子网后，以前的主机号位置的一部分给了子网号，余下的是子

网主机号。子网掩码是 32 位二进制数，它的子网主机标识部分为全“0”。利用子网掩码可以判断两台主机是否在同一子网中。若两台主机的 IP 地址分别与它们的子网掩码相“与”后的结果相同，则说明这两台主机在同一子网中。

2. 子网掩码的表示方法

子网掩码通常有以下两种格式的表示方法：通过与 IP 地址格式相同的点分十进制表示，如 255.0.0.0 或 255.255.255.128；在 IP 地址后加上“/”符号以及 1~22 的数字，其中 1~32 的数字表示子网掩码中网络标识位的长度，如 192.168.10.1/24 的子网掩码也可以表示为 255.255.255.0。

3. 子网划分的捷径

(1) 确定所选择的子网掩码将会产生多少个子网。

$N=2^x - 2$ (x 代表掩码位，即二进制为 1 的部分)，现在的网络中已经不需要 - 2，可以全部使用，不过需要加上相应的配置命令，如 Cisco 路由器加上 ip subnet zero 命令就可以全部使用。

(2) 每个子网能有多少台主机。

$M=2^y - 2$ (y 代表主机位，即二进制为 0 的部分)。

(3) 有效子网 ID 计算。

计算出地址的分段基数 (分段大小)：分段基数 = 256 - 十进制的子网掩码。

有效子网 ID = $n \times$ 分段基数，($n=1, 2, \dots$)，如子网掩码为 255.255.255.224，则分段基数为 256 - 224 = 32，第一个有效子网 ID 为 192.168.10.32，第二个有效子网 ID 为 192.168.10 (2 × 32 = 64)，以此类推。

(4) 每个子网的广播地址：广播地址 = 下一个子网号 - 1。

(5) 每个子网的有效主机。

忽略子网内全为 0 和全为 1 的地址剩下的就是有效主机地址，有效主机地址 = 下一个子网号 - 2 (即广播地址 - 1)。

早期的互联网使用的路由产品不支持全 0 或者全 1 的 IP，但是新的产品都支持，这样就涉及兼容的问题。如果在使用的网络当中能够确定没有陈旧的路由产品 (包括路由器、交换机、操作系统) 存在，可抛开 RFC 950 和 RFC 1122 标准，遵守 RFC 1812 的标准使用全 0 或者全 1 的 IP 地址。

步骤实现

(1) 确定各子网的主机数量。IPv4 中地址是由 32 位二进制位组成的，且分为网络位和主机位两部分，如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 IP 地址结构

由前文分析可知，每个部门各需要 21 个 IP 地址，其中 20 个为计算机使用，1 个为路由器端口使用。

(2) 确定每个子网的大小。十进制 21 至少需要 5 位二进制数来表达，于是我们可以确定



子网的大小为 $2^5=32$ 。子网大小示意图如图 1-1-3 所示。

（3）创建子网掩码、子网 ID、合法 IP 范围。

为整个网络设定子网掩码。将图 1-1-3 中网络位的二进制值全部设置为 1，主机位的二进制值全部设置为 0，即可得到划分子网后的子网掩码。计算过程如图 1-1-4 所示。

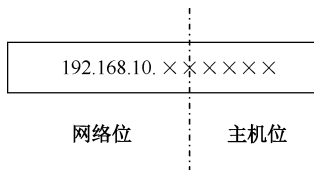


图 1-1-3 子网大小示意图

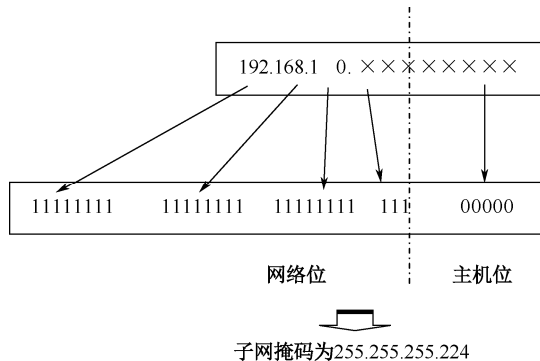


图 1-1-4 子网掩码计算过程

为每个物理网段设定一个子网 ID。RFC 标准规定，子网的网络 ID 不能为全“0”或全“1”，合法的子网 ID 如图 1-1-5 所示。

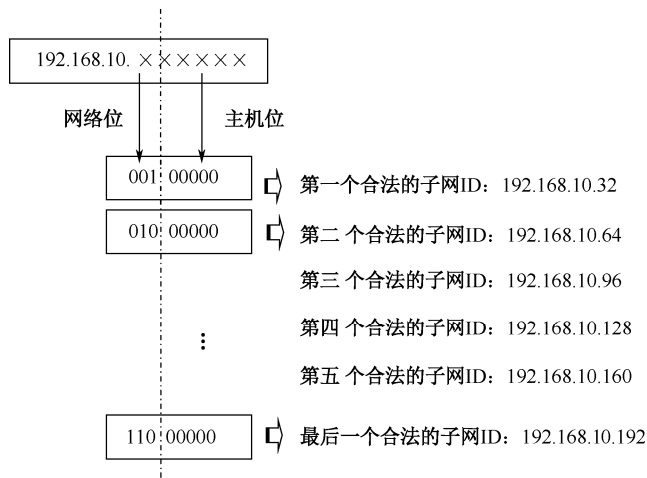


图 1-1-5 子网 ID 计算过程

为每个子网确定主机的合法地址范围。RFC 规定，主机 ID 不能为全“0”或全“1”，下面以第一个合法子网为例说明子网中主机 ID 的计算过程。具体过程如图 1-1-6 所示。

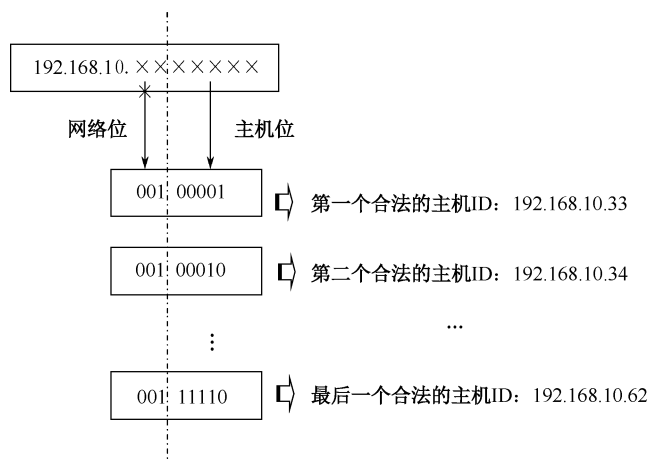


图 1-1-6 第一个合法子网中的合法主机 ID 计算过程

经计算得出本任务三个部门拟使用的子网中合法 ID 见表 1-1-1 ~ 表 1-1-3。

表 1-1-1 子网 192.168.10.32

子 网	主 机	意 义
192.168.10.32/24	192.168.10.32	子网的网络地址
	192.168.10.33	子网中第一个合法的主机 ID
	192.168.10.62	子网中最后一个合法的主机 ID
	192.168.10.63	子网的广播地址

表 1-1-2 子网 192.168.10.64

子 网	主 机	意 义
192.168.10.64	192.168.10.64	子网的网络地址
	192.168.10.65	子网中第一个合法的主机 ID
	192.168.10.94	子网中最后一个合法的主机 ID
	192.168.10.95	子网的广播地址

表 1-1-3 子网 192.168.10.96

子 网	主 机	意 义
192.168.10.96	192.168.10.96	子网的网络地址
	192.168.10.97	子网中第一个合法的主机 ID
	192.168.10.126	子网中最后一个合法的主机 ID
	192.168.10.127	子网的广播地址

(4) 经以上计算该公司三个部门的 IP 地址·规划如图 1-1-7 所示。

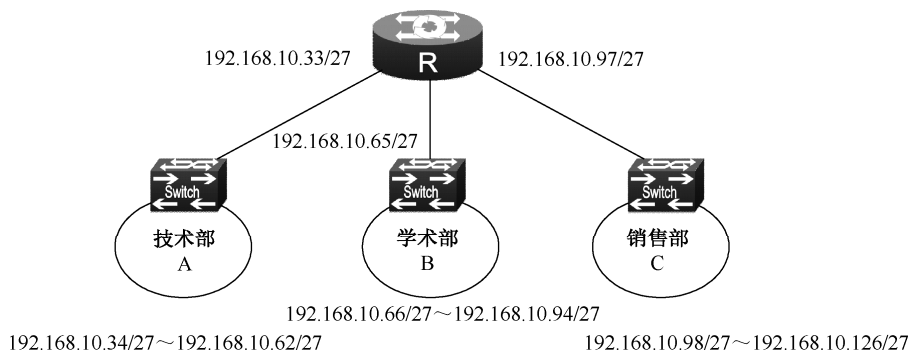


图 1-1-7 公司网络各部门 IP 地址整体规划

★ 课堂训练

一家集团公司有 12 家子公司，每家子公司又有四个部门。上级给出一个 172.16.0.0/16 的网段，以给每家子公司以及子公司的部门分配网段。

思路：既然有 12 家子公司，那么要划分 12 个子网段，但是每家子公司又有四个部门，因此又要在每家子公司所属的网段中划分四个子网分配给各部门。

(1) 可划分出 16 个子网。

- 10101100.00010000.00000000.00000000/20 【172.16.0.0/20】。
- 10101100.00010000.00010000.00000000/20 【172.16.16.0/20】。
- 10101100.00010000.00100000.00000000/20 【172.16.32.0/20】。
- 10101100.00010000.00110000.00000000/20 【172.16.48.0/20】。
- 10101100.00010000.01000000.00000000/20 【172.16.64.0/20】。
- 10101100.00010000.01010000.00000000/20 【172.16.80.0/20】。
- 10101100.00010000.01100000.00000000/20 【172.16.96.0/20】。
- 10101100.00010000.01110000.00000000/20 【172.16.112.0/20】。
- 10101100.00010000.10000000.00000000/20 【172.16.128.0/20】。
- 10101100.00010000.10010000.00000000/20 【172.16.144.0/20】。
- ⑪ 10101100.00010000.10100000.00000000/20 【172.16.160.0/20】。
- ⑫ 10101100.00010000.10110000.00000000/20 【172.16.176.0/20】。
- ⑬ 10101100.00010000.11000000.00000000/20 【172.16.192.0/20】。
- ⑭ 10101100.00010000.11010000.00000000/20 【172.16.208.0/20】。
- ⑮ 10101100.00010000.11100000.00000000/20 【172.16.224.0/20】。
- ⑯ 10101100.00010000.11110000.00000000/20 【172.16.240.0/20】。

(2) 以下仅以甲公司为例，其他子公司情况略。错两位后（可划分出四个子网）：

- 10101100.00010000.00000000.00000000/22 【172.16.0.0/22】。
- 10101100.00010000.00000100.00000000/22 【172.16.4.0/22】。
- 10101100.00010000.00001000.00000000/22 【172.16.8.0/22】。
- 10101100.00010000.00001100.00000000/22 【172.16.12.0/22】。



学习小结

本学习任务介绍了部门间 IP 地址的规划,通过对 IP 地址的规划,把较大的网络进行隔离,有利于排除故障,同时也节省了 IP 地址的数量,IP 地址的规划在企业中使用较多,需要熟练掌握。

学习任务 2 合理使用 IP 地址



学习情境

某跨国公司下设“珠海总公司”“广州分公司”和“西雅图分公司”。珠海总公司拥有计算机 80 台,广州分公司拥有计算机 23 台,西雅图分公司拥有计算机 50 台,且 ISP 已分配地址段 192.168.1.0/24 给该公司使用,请充分考虑网络的性能以及管理效率等因素,对该网络的 IP 地址进行规划。



情境分析

从任务描述中可得知,该公司的三个办公地点的计算机数量差异较大,珠海总公司所需的主机数量最多,至少应该划分一个大小为 96 的地址块供其使用,如果依据划分子网的方法(即定长子网),则所需的 IP 地址为 $96 \times 3 = 288$,但 ISP 只提供了一个 C 类 IP 地址段,IP 地址数量为 255。由 $255 < 288$ 可知,定长子网划分在本任务中无法胜任,本任务可以考虑通过变长子网划分来解决问题。

本任务需要完成的几个主要步骤如下。

(1) 确定各子网的主机数量。

每台 TCP/IP 主机至少需要一个 IP 地址。

路由器每个接口各需要一个 IP 地址。

(2) 确定每个子网的大小。

(3) 基于以上需要,创建以下内容。

为每个子网设定一个子网掩码。

为每个物理网段设定一个子网 ID。

为每个子网确定主机的合法地址范围。

网络拓扑结构如图 1-2-1 所示。

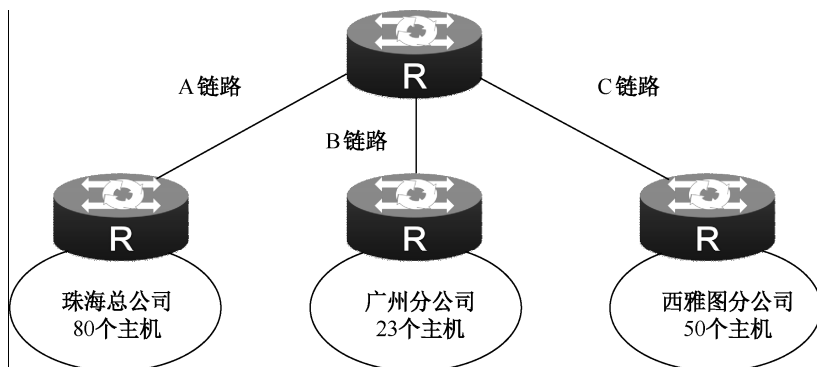


图 1-2-1 公司网络拓扑



相关知识

什么是 VLSM

VLSM 即可变长子网掩码,是为了解决在一个网络系统中使用多种层次子网化 IP 地址的问题而发展起来的。这种策略只能在所用的路由协议都支持的情况才能使用,如开放式最短路径优先路由选择 (OSPF) 协议和增强内部网关路由选择协议 (EIGRP)。RIP 版本 1 由于出现早于 VLSM 而无法支持,RIP 版本 2 可以支持 VLSM。

VLSM 允许一个组织在同一个网络地址空间中使用多个子网掩码。利用 VLSM 可以实现“把子网继续划分为子网”功能,使寻址效率达到最高。



步骤实现

(1) 确定各子网的主机数量,见表 1-2-1。

表 1-2-1 主机数量

子 网	主机数量	作 用
珠海总公司	81	其中一个 IP 地址分配给路由器的接口
广州分公司	24	
西雅图分公司	51	
A 链路	2	
B 链路	2	
C 链路	2	

(2) 确定每个子网的大小,见表 1-2-2。

表 1-2-2 子网大小

子 网	主机数量	子网大小	备 注
珠海总公司	81	128	
广州分公司	24	32	
西雅图分公司	51	64	

续表

子 网	主机数量	子网大小	备 注
A 链路	2	4	子网中至少需要四个主机 ID，否则除了网络 ID 和广播地址外无 IP 地址可用
B 链路	2	4	
C 链路	2	4	

（3）创建子网掩码、子网 ID、合法 IP 地址范围。

划分子网的思路如下：首先为较大子网分配地址块，然后从未被分配的地址块中为剩下的较大子网分配地址块，以此类推（注意，此处将使用 1 子网和 0 子网），思路如图 1-2-2 所示。

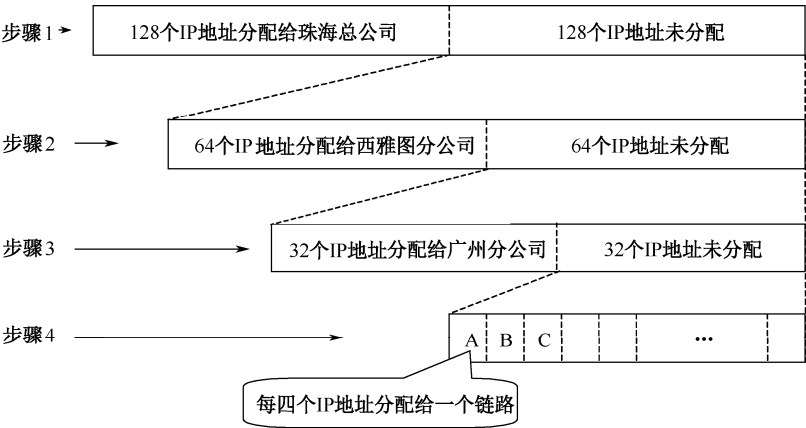


图 1-2-2 变长子网划分思路

为每个子网设定子网掩码。

a . 珠海总公司所需地址块为 128，即需要 7 位二进制位，故子网位为 1 位二进制位，子网掩码计算过程如图 1-2-3 所示。

b . 西雅图分公司所需地址块为 64，即需要 6 位二进制位，故子网位为 2 位二进制位，子网掩码计算过程如图 1-2-4 所示。

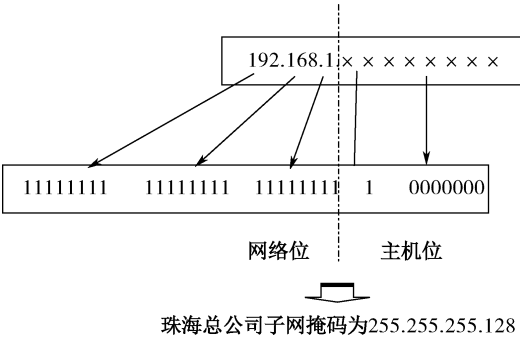


图 1-2-3 珠海总公司子网掩码计算过程

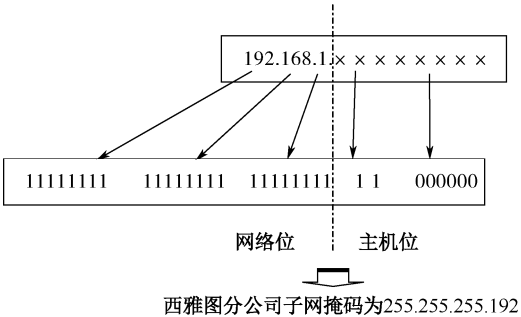


图 1-2-4 西雅图分公司子网掩码计算过程

c . 广州分公司子所需地址块为 32，即需要 5 位二进制位，故子网位为 3 位二进制位。子网掩码计算过程如图 1-2-5 所示。



d. A、B、C 链路所需地址块为 4，即需要 2 位二进制位，故子网位为 6 位二进制位，子网掩码计算过程如图 1-2-6 所示。

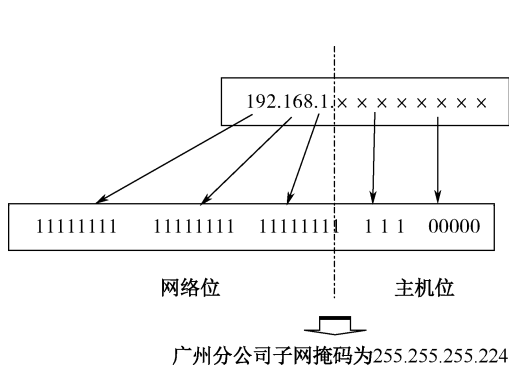


图 1-2-5 广州分公司子网掩码计算过程

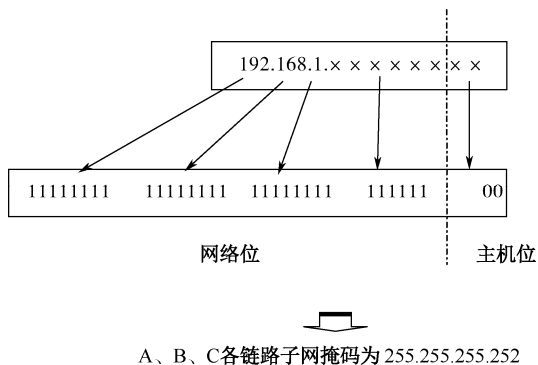
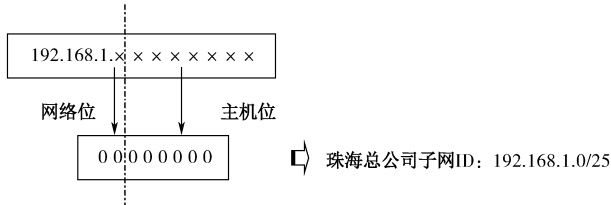


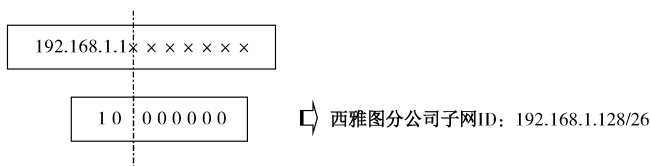
图 1-2-6 A、B、C 各链路子网掩码计算过程

为每个物理网段设定一个子网 ID，如图 1-2-7 所示。

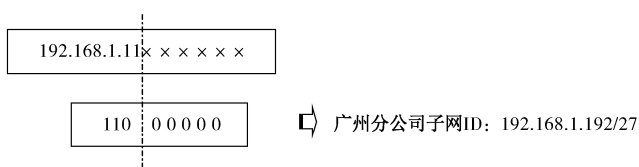
步骤1：把192.168.1.0/24地址块划分成大小为128的两个子网



步骤2：把192.168.1.1/25子网（128个未分配IP地址）继续划分大小为64的子网



步骤3：把192.168.1.192/26（64个未分配IP地址）继续划分成大小为32的子网



步骤4：把192.168.1.224/26（32个未分配IP地址）继续划分成大小为4的子网

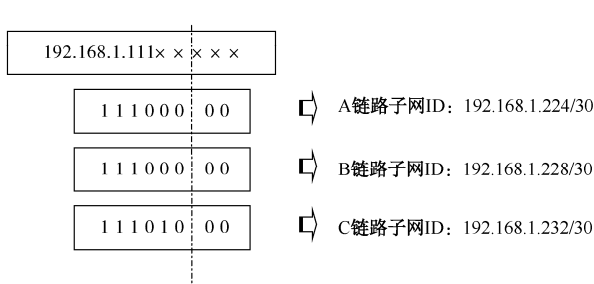


图 1-2-7 子网 ID 计算过程

为每个子网确定主机的合法地址范围。

经计算得出本任务 7 个子网的合法 ID，见表 1-2-3 ~ 表 1-2-6。

表 1-2-3 子网 192.168.1.0/25

子 网	部 门	主 机	意 义
192.168.1.0/25	珠海总公司	192.168.1.0/25	子网的网络地址
		192.168.1.1/25	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.126/25	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.127/25	子网的广播地址

表 1-2-4 子网 192.168.1.128/26

子 网	部 门	主 机	意 义
192.168.1.128/26	西雅图分公司	192.168.1.128/26	子网的网络地址
		192.168.1.129/26	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.190/26	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.191/26	子网的广播地址

表 1-2-5 子网 192.168.1.192/27

子 网	部 门	主 机	意 义
192.168.1.192/27	广州分公司	192.168.1.192/27	子网的网络地址
		192.168.1.193/27	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.222/27	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.223/27	子网的广播地址

表 1-2-6 链路子网 A~C

子 网	部 门	主 机	意 义
192.168.1.224/30	链路子网 A	192.168.1.224/30	子网的网络地址
		192.168.1.225/30	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.226/30	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.227/30	子网的广播地址
192.168.1.228/30	链路子网 B	192.168.1.228/30	子网的网络地址
		192.168.1.229/30	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.230/30	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.231/30	子网的广播地址
192.168.1.232/30	链路子网 C	192.168.1.232/30	子网的网络地址
		192.168.1.233/30	子网中第一个合法的主机 ID
		192.168.1.234/30	子网中最后一个合法的主机 ID
		192.168.1.235/30	子网的广播地址

(4) 经以上计算该公司三个部门的 IP 地址规划如图 1-2-8 所示。

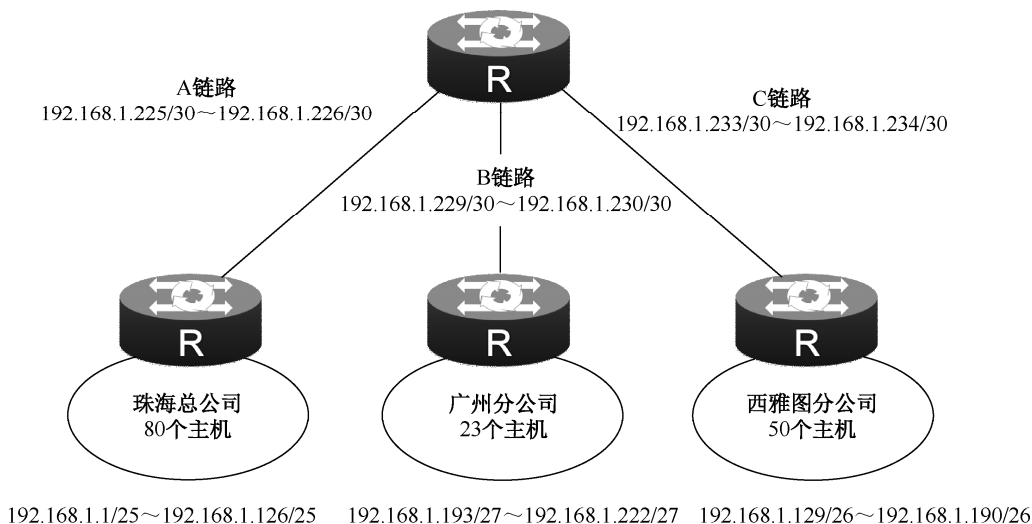


图 1-2-8 公司网络 IP 地址规划图

★ 课堂训练

某集团公司给下属子公司甲分配了一段 IP 地址 192.168.5.0/24，现在甲公司有两层办公楼（1 楼和 2 楼），统一从 1 楼的路由器接入公网。1 楼有 100 台计算机联网，2 楼有 53 台计算机联网。如果你是该公司的网管，应该怎么去规划这个 IP 地址段？

思路：

（1）在划分子网时优先考虑使用最大主机数来划分（101 个可用 IP 地址，则要保证至少 7 位的主机位可用 $2^m - 2$ ， m 的最小值为 7）。如果保留 7 位主机位，则只能划分出两个网段，剩下的一个网段就划分不出来了。但是我们剩下的一个网段只需要 2 个 IP 地址并且 2 楼的网段只需要 54 个可用 IP，因此，我们可以从第一次划分的两个网段中选择一个网段来继续划分 2 楼的网段和路由器互连使用的网段。

（2）网络拓扑结构如图 1-2-9 所示。

完成标准见表 1-2-7。

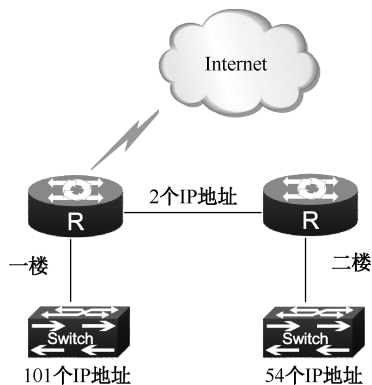


图 1-2-9 网络拓扑结构图

表 1-2-7 某集团公司 IP 地址划分

子 网	网络地址	有效 IP 地址	广播地址
1 楼	192.168.5.0/25	192.168.5.1/25 ~ 192.168.5.126/25	192.168.5.127/25
2 楼	192.168.5.128/26	192.168.5.129/26 ~ 192.168.5.190/26	192.168.5.191/26
链路	192.168.5.192/30	192.168.5.193/30 ~ 192.168.5.194/30	192.168.5.195/30



学习小结

本学习任务介绍了怎样合理使用 IP 地址，通过 VLSM 对子网进行划分，使寻址效率达到最高，提高了网络性能和管理效率，在企业中应用较多，需要熟练掌握。

项目考核

某公司拟新建公司办公网络，从 ISP 处获得一段 C 类地址块 192.168.10.0/24，试根据图 1-2-10 中描述的信息对该公司网络进行适当的网络地址规划。制作网线连接子网 A 中的 PC1 和 PC2，安装适当的协议，配置相应的 IP 地址信息，进行必要的测试，使 PC1 能访问 PC2 中的共享文件夹。

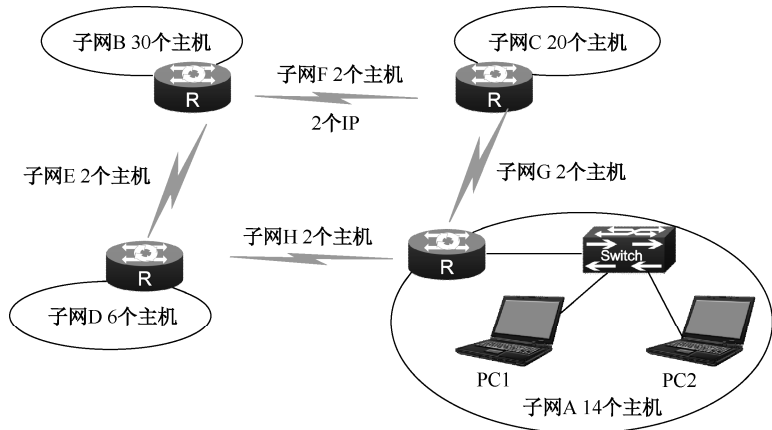


图 1-2-10 网络拓扑图

根据拓扑结构图完成各子网的 IP 地址计算与子网划分。完成所需网线的制作，并按拓扑连接网络设备。公司 IP 地址规划见表 1-2-8。

表 1-2-8 某公司 IP 地址规划

子 网	网络地址	有效 IP 地址	广播地址
A 子网	192.168.10.16/28		
B 子网	192.168.10.32/27		
C 子网	192.168.10.64/27		
D 子网	192.168.10.8/29		
E 子网	192.168.10.96/30		
F 子网	192.168.10.100/30		
G 子网	192.168.10.104/30		
H 子网	192.168.10.108/30		