

计算机网络复习资料

一、CRC 计算。P.166

(目的：理解 G (x) 多项式，会进行计算判断接受的比特串是否正确)

1. CRC 校验原理

具体来说，CRC 校验原理就是以下几个步骤：

- 先选择（可以随机选择，也可按标准选择，具体在后面介绍）一个用于在接收端进行校验时，对接收的帧进行除法运算的除数（是二进制比特串，通常是以多项式方式表示，所以 CRC 又称多项式编码方法，这个多项式也称之为“生成多项式”）。
- 看所选定的除数二进制位数（假设为 k 位），然后在要发送的数据帧（假设为 m 位）后面加上 k-1 位“0”，然后以这个加了 k-1 个“0”的新帧（一共是 m+k-1 位）以“模 2 除法”方式除以上面这个除数，所得到的余数（也是二进制的比特串）就是该帧的 CRC 校验码，也称之为 FCS（帧校验序列）。但 要注意的是，余数的位数一定要是比除数位数只能少一位，哪怕前面位是 0，甚至是全为 0（附带好整除时）也都不能省略。
- 再把这个校验码附加在原数据帧（就是 m 位的帧，注意不是在后面形成的 m+k-1 位的帧）后面，构建一个新帧发送到接收端，最后在接收端再把这个新帧以“模 2 除法”方式除以前面选择的除数，如果没有余数，则表明该帧在传输过程中没出错，否则出现了差错。

【说明】“模 2 除法”与“算术除法”类似，但它既不向上位借位，也不比较除数和被除数的相同位数值的大小，只要以相同位数进行相除即可。模 2 加法运算为：1+1=0，0+1=1，0+0=0，无进位，也无借位；模 2 减法运算为：1-1=0，0-1=1，1-0=1，0-0=0，也无进位，无借位。相当于二进制中的逻辑异或运算。也就是比较后，两者对应位相同则结果为“0”，不同则结果为“1”。如 100101 除以 1110，结果得到商为 11，余数为 1，如图 5-9 左图所示。如 11×11=101，如图 5-9 右图所示。

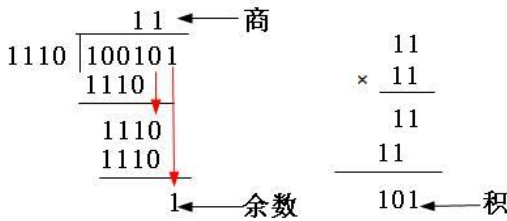


图 5-9 “模 2 除法”和“模 2 乘法”示例

- 例题：
- 下面以一个例子来具体说明整个过程。现假设选择的 CRC 生成多项式为 $G(X) = X^4 + X^3 + 1$ ，要求出二进制序列 10110011 的 CRC 校验码。下面是具体的计算过程：
- (1) 首先把生成多项式转换成二进制数，由 $G(X) = X^4 + X^3 + 1$ 可以知道（，它一共是 5 位（总位数等于最高位的幂次加 1，即 4+1=5），然后根据多项式各项的含义（多项式只列出二进制值为 1 的位，也就是这个二进制的第 4 位、第 3 位、第 0 位的二进制均为 1，其它位均为 0）很快就可得到它的二进制比特串为 **11001**。
 - (2) 因为生成多项式的位数为 5，根据前面的介绍，得知 CRC 校验码的位数为 4（校验码的位数比生成多项式的位数少 1）。因为原数据帧 10110011，在它后面再加 4 个 0，得到 10110011**0000**，然后把这个数以“模 2 除法”方式除以生成多项式，得到的余数，即 CRC 校验码为 **0100**，如图 5-10 所示。注意参考前面介绍的“模 2 除法”运算法则。

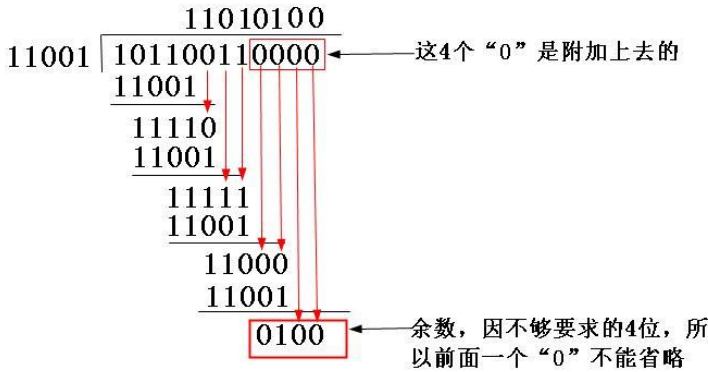


图 5-10 CRC 校验码计算示例

- (3) 把上步计算得到的 CRC 校验码 **0100** 替换原始帧 10110011**0000** 后面的四个“0”，得到新帧 10110011**0100**。再把这个新帧发送到接收端。
- (4) 当以上新帧到达接收端后，接收端会把这个新帧再用上面选定的除数 **11001** 以“模 2 除法”方式去除，验证余数是否为 0，如果为 0，则证明该帧数据在传输过程中没有出现差错，否则出现了差错。

二、子网掩码的作用和计算

作用：子网掩码就是用来指定某个 IP 地址的网络地址的，换一句话说，就是用来划分子网的。

计算子网掩码：要划分子网就需要计算子网掩码和分配相应的主机块，尽管采用二进制计算可以得出相应的结论，但如果采用十进制计算方法，计算起来更为简便。

方法一：利用子网数来计算。（主要）

- 首先，将子网数目从十进制数转化为二进制数；
- 接着，统计得到的二进制数的位数，设为 N；
- 最后，先求出此 IP 地址对应的地址类别的子网掩码。再将求出的子网掩码的主机地址部分(也就是“主机号”)的前 N 位全部置 1，这样即可得出该 IP 地址划分子网的子网掩码。

例：需将 B 类 IP 地址 167.194.0.0 划分成 28 个子网：

- (28)₁₀=(11100)₂;
- 此二进制的位数是 5，则 N=5;
- 此 IP 地址为 B 类地址，而 B 类地址的子网掩码是 255.255.0.0，且 B 类地址的主机地址是后 2 位(即 0-255.1-254)。于是将子网掩码 255.255.0.0 中的主机地址前 5 位全部置 1，就可得到 255.255.248.0，而这组数值就是划分成 28 个子网的 B 类 IP 地址 167.194.0.0 的子网掩码。

方法二：利用主机数来计算。

- 1. 首先，将主机数目从十进制数转化为二进制数；
- 2. 接着，如果主机数小于或等于 254(注意：应去掉保留的两个 IP 地址)，则统计由“1”中得到的二进制数的位数，设为 N；如果主机数大于 254，则 N>8，也就是说主机地址将超过 8 位；
- 3. 最后，使用 255.255.255.255 将此类 IP 地址的主机地址位数全部置为 1，然后按照“从后向前”的顺序将 N 位全部置为 0，所得到的数值即为所求的子网掩码值。

例：需将 B 类 IP 地址 167.194.0.0 划分成若干个子网，每个子网内有主机 500 台：

- (500)₁₀=(111110100)₂;

- 此二进制的位数是 9，则 N=9；
- 将该 B 类地址的子网掩码 255. 255.0.0 的主机地址全部置 1，得到 255.255.255.255。然后再从后向前将后 9 位置 0，可得：11111111. 11111111.11111110.00000000 即 255.255.254.0。这组数值就是划分成主机为 500 台的 B 类 IP 地址 167.194.0.0 的子网掩码。

相关例题：

P 地址为 192.168.100.163 子网掩码是 255.255.255.224。算出网络地址、广播地址、地址范围、主机数。

答：根据题目子网掩码 255.255.255.224，算出块大小 256-224=32 分出的子网数 0,32,64,96,128,160,192,224 8 个子网

子网地址分别是

192.168.100.0

192.168.100.32

192.168.100.64

192.168.100.96

192.168.100.128

192.168.100.160

192.168.100.192

192.168.100.224

则题目的 IP 地址 是在 192.168.100.160 这个子网里面。

地址范围 192.168.100.161~192.168.100.190 可用主机数 30 台

广播地址是 192.168.100.191

网络地址是 192.168.100.160

三、TCP 拥塞控制算法 P441

慢速启动->拥塞避免->快速重传->快速恢复（记住关键词了解即可）

慢启动：最初的 TCP 在连接建立成功后会向网络中发送大量的数据包，这样很容易导致网络中路由器缓存空间耗尽，从而发生拥塞。因此新建立的连接不能够一开始 就大量发送数据包，而只能根据网络情况逐步增加每次发送的数据量，以避免上述现象的发生。具体来说，当新建连接时，cwnd 初始化为 1 个最大报文段 (MSS)大小，发送端开始按照拥塞窗口大小发送数据，每当有一个报文段被确认，cwnd 就增加 1 个 MSS 大小。这样 cwnd 的值就随着网络往返时间 (Round Trip Time,RTT)呈指数级增长，事实上，慢启动的速度一点也不慢，只是它的起点比较低一点而已。我们可以简单计算下：

开始 ---> cwnd = 1

经过 1 个 RTT 后 ---> cwnd = 2*1 = 2

经过 2 个 RTT 后 ---> cwnd = 2*2= 4

经过 3 个 RTT 后 ---> cwnd = 4*2 = 8

如果带宽为 W，那么经过 RTT*log₂W 时间就可以占满带宽。

拥塞避免：从慢启动可以看到，cwnd 可以很快的增长上来，从而最大程度利用网络带宽资源，但是 cwnd 不能一直这样无限增长下去，一定需要某个限制。 TCP 使用了一个叫慢启动门限 (sssthresh)的变量，当 cwnd 超过该值后，慢启动过程结束，进入拥塞避免阶段。对于大多数 TCP 实现来 说，sssthresh 的值是 65536(同样以字节计算)。拥塞避免的主要思想是加法增大，也就是 cwnd 的值不再指数级往上升，开始加法增加。此时当窗口中所有的报文段都被确认时，cwnd 的大小加 1，cwnd 的值就随着 RTT 开始线性增加，这样就可以避免增长过快导致网络拥塞，慢慢的增加调整到网络的最佳值。

其实 TCP 还有一种情况会进行快速重传：那就是收到 3 个相同的 ACK。TCP 在收到乱序到达包时就会立即发送 ACK，TCP 利用 3 个相同的 ACK 来判定数据包的丢失，此时进行快速重传，快速重传做的事情有：

- 把 sssthresh 设置为 cwnd 的一半
- 把 cwnd 再设置为 sssthresh 的值(具体实现有些为 sssthresh+3)
- 重新进入拥塞避免阶段。

快速恢复的主要步骤是：

- 当收到 3 个重复 ACK 时，把 sssthresh 设置为 cwnd 的一半，把 cwnd 设置为 sssthresh 的值加 3，然后重传丢失的报文段，加 3 的原因是因为收到 3 个重复的 ACK，表明有 3 个“老”的数据包离开了网络。
- 再收到重复的 ACK 时，拥塞窗口增加 1。
- 当收到新的数据包的 ACK 时，把 cwnd 设置为第一步中的 sssthresh 的值。原因是因为该 ACK 确认了新的数据，说明从重复 ACK 时的数据都已收到，该恢复过程已经结束，可以回到恢复之前的状态了，也即再次进入拥塞避免状态。

相关例题：

1：为避免和消除拥塞，TCP 采用哪些策略来控制拥塞窗口

答：为了避免和消除拥塞，TCP 周而复始地采用 3 种策略来控制拥塞窗口的大小。

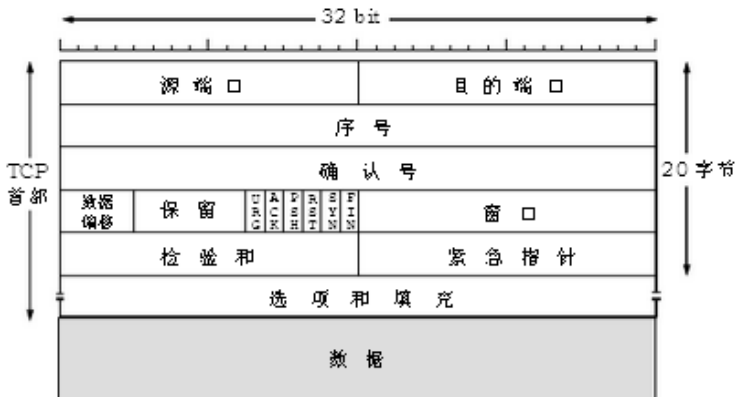
首先是使用慢启动策略，在建立连接时拥塞窗口被设置为一个最大段大小 MSS。对于每一个段的确认都会使拥塞窗口增加一个 MSS，实际上这种增加方式是指数级的增加。例如，开始时只能发送一个数据段，当收到该段的确认后拥塞窗口加大到两个 MSS，发送方接着发送两个段，收到这两个段的确认后，拥塞窗口加大到 4 个 MSS，接下来发送 4 个段，依此类推。当拥塞窗口加大到门限值(拥塞发生时的拥塞窗口的一半)时，进入拥塞避免阶段，在这一阶段使用的策略是，每收到一个确认，拥塞窗口加大 1 / n 个 MSS(n 为拥塞窗口大小)，即使确认是针对多个段的，拥塞窗口也只加大 1 个

MSS，这在一定程度上减缓了拥塞窗口的增长。但在此阶段，拥塞窗口仍在增长，最终可能导致拥塞。拥塞使重传定时器超时，发送方进入拥塞解决阶段。发送方在进行重传的同时，将门限值调整为拥塞窗口的一半，并将拥塞窗口恢复成一个 MSS，然后进入新一轮的循环。

2：为什么说，拥塞造成的数据丢失，仅仅靠超时重传是无法解决的？

答：拥塞是由于网络中的路由器超载而引起的严重延迟现象。拥塞的发生会造成数据的丢失，数据的丢失会引起超时重传，而超时重传的数据又会进一步加剧拥塞，如果不加以控制，最终将会导致系统的崩溃

四、TCP 报文 P429



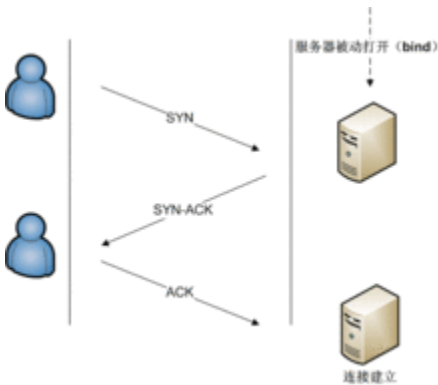
连接建立

TCP 是因特网中的传输层协议，使用三次握手协议建立连接。当主动方发出 SYN 连接请求后，等待对方回答 SYN+ACK，并最终对对方的 SYN 执行 ACK 确认。这种建立连接的方法可以防止产生错误的连接，TCP 使用的流量控制协议是可变大小的滑动窗口协议。

TCP 三次握手的过程如下：

- 1、客户端发送 SYN (SEQ=x) 报文给服务器端，进入 SYN_SEND 状态。
- 2、服务器端收到 SYN 报文，回应一个 SYN (SEQ=y) ACK(ACK=x+1) 报文，进入 SYN_RECV 状态。
- 3、客户端收到服务器端的 SYN 报文，回应一个 ACK(ACK=y+1) 报文，进入 Established 状态。

三次握手完成，TCP 客户端和服务端成功地建立连接，可以开始传输数据了。



连接终止

建立一个连接需要三次握手，而终止一个连接要经过四次握手，这是由 TCP 的半关闭（half-close）造成的。具体过程如下图所示：

(1) 某个应用进程首先调用 close，称该端执行“主动关闭”（active close）。该端的 TCP 于是发送一个 FIN 分节，表示数据发送完毕。

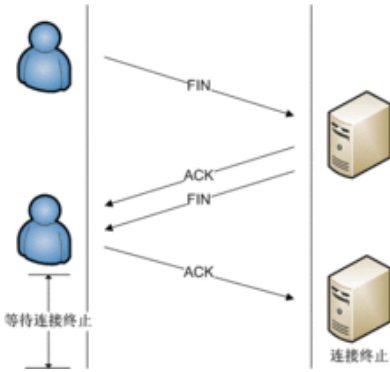
(2) 接收到这个 FIN 的对端执行“被动关闭”（passive close），这个 FIN 由 TCP 确认。

注意：FIN 的接收也作为一个文件结束符（end-of-file）传递给接收端应用进程，放在已排队等候该应用进程接收的任何其他数据之后，因为，FIN 的接收意味着接收端应用进程在相应连接上再无额外数据可接收。

(3) 一段时间后，接收到这个文件结束符的应用进程将调用 close 关闭它的套接字。这导致它的 TCP 也发送一个 FIN。

(4) 接收这个最终 FIN 的原发送端 TCP（即执行主动关闭的那一端）确认这个 FIN。

既然每个方向都需要一个 FIN 和一个 ACK，因此通常需要 4 个分节。



五、香农公式（信噪比）P74

香农定理指出，如果信息源的信息速率 R 小于或者等于信道容量 C，那么，在理论上存在一种方法可使信息源的输出能够以任意小的差错概率通过信道传输

该定理还指出：如果 R>C，则没有任何办法传递这样的信息，或者说传递这样的二进制信息的差错率为 1/2

可以严格地证明；在被高斯白噪声干扰的信道中，传送的最大信息速率 C 由下述公式确定：

$$C=B \cdot \log_2 (1+S/N) \quad (\text{bit/s})$$

该式通常称为香农公式。B 是码元速率的极限值(由奈奎斯特指出 $B=2H$ ，H 为信道带宽，单位 Baud)；S 是信号功率（瓦），N 是噪声功率（瓦）

香农公式中的 S/N 是为信号与噪声的功率之比，为无量纲单位。如：S/N=1000（即，信号功率是噪声功率的 1000 倍）

但是，当讨论信噪比时，常以分贝（dB）为单位。公式如下：

$$\text{SNR (信噪比, 单位为 dB)} = 10 \lg (S/N)$$

换算一下：

$$S/N = 10^{(\text{SNR}/10)}$$

公式表明，信道带宽限制了比特率的增加，信道容量还取决于系统信噪比以及编码技术种类。

例题：一个信噪比为 30db、带宽为 3KHZ 的信道若用于传送数据，则不管使用多少级的信号电平，其最大数据传输速率绝不可能高于 $3000 \log_2(1+1000)$ bps.

不明白为什么是（1+1000）其中 1000 是怎么来的呢？

答案：因为信噪比=10*lg(S/N)dB，S/N 表示信号平均功率比上噪声平均功率的值（不要误认为 S/N 就是信噪比），这样就可以解出 S/N = 1000，再代入香农定理的公式：C=B*log2(1+S/N) 即可。

六、名词：英汉翻译

第一章

- 1.计算机网络——computer networks
- 2.组播——multicasting
- 3.广播——boradcasting
- 4.广域网——WAN, Wide Area Network
- 5.局域网—— LAN, Local Area Network
- 6.城域网——MAN, Metropolitan Area Network
- 7.协议——protocol
- 8.无连接——connctionless

9.面向连接——connction-oriented

10.分组交换——packet switching

11.电路交换——circuit switching

12.OSI 模型 7 层

(7) 应用层——application layer

(6) 表示层——presentation layer

(5) 会话层——session layer

(4) 传输层——transport layer

(3) 网络层——network layer

(2) 数据链路层——data link layer

(1) 物理层——physical layer

13.TCP/IP 模型 4 层

(4) 应用层——application layer

(3) 传输层——transport layer

(2) 互联网层——internet layer

(1) 网络接口层——host - to - network

第三章

1.差错控制——error control

2.流量控制——flow control

3.滑动窗口——sliding window

第五章

4.虚电路——Virtual circuit

5.数据报——datagram

6.路由算法——routing algorithm

7.路由器——router

第六章

1.端口——port

2.套接字——socket

第七章

1.域名系统——DNS, Domain Name System

2.万维网——World Wide Web

七、子网划分

1、基础知识

(1) 子网掩码等基础概念

子网掩码是一个应用于 TCP/IP 网络的 32 位二进制值，它可以屏蔽掉 ip 地址中的一部分，从而分离出 ip 地址中的网络部分与主机部分，基于子网掩码，管理员可以将网络进一步划分为若干子网。

(2) 如何用子网掩码得到网络/主机地址

既然子网掩码这么重要，那么它是如何分离出 ip 地址中的网络地址和主机地址的呢？

过程如下：

- 1.将 ip 地址与子网掩码转换成二进制；
- 2.将二进制形式的 ip 地址与子网掩码做‘与’运算，将答案化为十进制便得到网络地址；
- 3.将二进制形式的子网掩码取‘反’；
- 4.将取‘反’后的子网掩码与 ip 地址做‘与’运算，将答案化为十进制便得到主机地址。

下面我们用一个例子给大家演示：

假设有一个IP 地址：192.168.0.1

子网掩码为：255.255.255.0

化为二进制为：IP 地址 11000000.10101000.00000000.00000001

子网掩码：11111111.11111111.11111111.00000000

将两者做'与'运算得：11000000.10101000.00000000.00000000

将其化为十进制得：192.168.0.0

这便是上面 ip 的网络地址，主机地址以此类推。

小技巧：由于观察到上面的子网掩码为 C 类地址的默认子网掩码（即未划分子网），便可直接看出网络地址为 ip 地址的前三部分，即前三个字节。

解惑：

什么？你还是不懂？问我为什么要做'与'运算而不是别的？其实你仔细观察一下上面的例子就应该能明白。

'1' 在做'与'运算时，不影响结果，'0'在做'与'运算时，将得到 0，利用'与'的这个特性，当管理员设置子网掩码时，即将子网掩码上与网络地址所对应的位都设为'1',其他位都设为'0',那么当作'与'时，ip 地址中的网络号将被保留到结果中，而主机号将被置 0，这样就解析出了网络号，解析主机号也一样，只需先把子网掩码取'反',在做'与'。

2、例题

例 1：本例通过子网数来划分子网，未考虑主机数。

一家集团公司有 12 家子公司，每家子公司又有 4 个部门。上级给出一个 172.16.0.0/16 的网段，让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，那么就要划分 12 个子网段，但是每家子公司又有 4 个部门，因此又要在每家子公司所属的网段中划分 4 个子网分配给各部门。

步骤：

A. 先划分各子公司的所属网段。

有 12 家子公司，那么就有 2 的 n 次方≥12，n 的最小值=4。因此，网络位需要向主机位借 4 位。那么就可以从 172.16.0.0/16 这个大网段中划出 2 的 4 次方=16 个子网。

详细过程：

先将 172.16.0.0/16 用二进制表示

10101100.00010000.00000000.00000000/16

借 4 位后（可划分出 16 个子网）：

- 1) 10101100.00010000.**0000**0000.00000000/20 【172.16.0.0/20】
- 2) 10101100.00010000.**0001**0000.00000000/20 【172.16.16.0/20】
- 3) 10101100.00010000.**0010**0000.00000000/20 【172.16.32.0/20】
- 4) 10101100.00010000.**0011**0000.00000000/20 【172.16.48.0/20】
- 5) 10101100.00010000.**0100**0000.00000000/20 【172.16.64.0/20】
- 6) 10101100.00010000.**0101**0000.00000000/20 【172.16.80.0/20】
- 7) 10101100.00010000.**0110**0000.00000000/20 【172.16.96.0/20】
- 8) 10101100.00010000.**0111**0000.00000000/20 【172.16.112.0/20】
- 9) 10101100.00010000.**1000**0000.00000000/20 【172.16.128.0/20】
- 10) 10101100.00010000.**1001**0000.00000000/20 【172.16.144.0/20】
- 11) 10101100.00010000.**1010**0000.00000000/20 【172.16.160.0/20】
- 12) 10101100.00010000.**1011**0000.00000000/20 【172.16.176.0/20】
- 13) 10101100.00010000.**1100**0000.00000000/20 【172.16.192.0/20】
- 14) 10101100.00010000.**1101**0000.00000000/20 【172.16.208.0/20】
- 15) 10101100.00010000.**1110**0000.00000000/20 【172.16.224.0/20】
- 16) 10101100.00010000.**1111**0000.00000000/20 【172.16.240.0/20】

我们从这 16 个子网中选择 12 个即可，就将前 12 个分给下面的各子公司。每个子公司最多容纳主机数目为 2 的 12 次方-2=4094。

B. 再划分子公司各部门的所属网段

以甲公司获得 172.16.0.0/20 为例，其他子公司的部门网段划分同甲公司。

有 4 个部门，那么就有 2 的 n 次方≥4，n 的最小值=2。因此，网络位需要向主机位借 2 位。那么就可以从 172.16.0.0/20 这个网段中再划出 2 的 2 次方=4 个子网，正符合要求。

详细过程：

先将 172.16.0.0/20 用二进制表示

10101100.00010000.00000000.00000000/20

借 2 位后（可划分出 4 个子网）：

- ① 10101100.00010000.0000**00**00.00000000/22 【172.16.0.0/22】
- ② 10101100.00010000.0000**01**00.00000000/22 【172.16.4.0/22】
- ③ 10101100.00010000.0000**10**00.00000000/22 【172.16.8.0/22】
- ④ 10101100.00010000.0000**11**00.00000000/22 【172.16.12.0/22】

将这 4 个网段分给甲公司的 4 个部门即可。每个部门最多容纳主机数目为 2 的 10 次方-2=1024

例 2：本例通过计算主机数来划分子网。

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 楼的路由器上公网。1 楼有 100 台电脑联网，2 楼有 53 台电脑联网。如果你是该公司的网管，你该怎么去规划这个 IP？

根据需求，画出下面这个简单的拓扑。将 192.168.5.0/24 划成 3 个网段，1 楼一个网段，至少拥有 101 个可用 IP 地址；2 楼一个网段，至少拥有 54 个可用 IP 地址；1 楼和 2 楼的路由器互联用一个网段，需要 2 个 IP 地址。

思路：我们在划分子网时优先考虑最大主机数来划分。在本例中，我们就先使用最大主机数来划分子网。101 个可用 IP 地址，那就要保证至少 7 位的主机位可用（2 的 m 次方-2≥101，m 的最小值=7）。如果保留 7 位主机位，那就只能划出两个网段，剩下的一个网段就划不出来了。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出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联使用的网段。

步骤：

A. 先根据大的主机数需求，划分子网

因为要保证 1 楼网段至少有 101 个可用 IP 地址，所以，主机位要保留至少 7 位。

先将 192.168.5.0/24 用二进制表示：

11000000.10101000.00000101.00000000/24

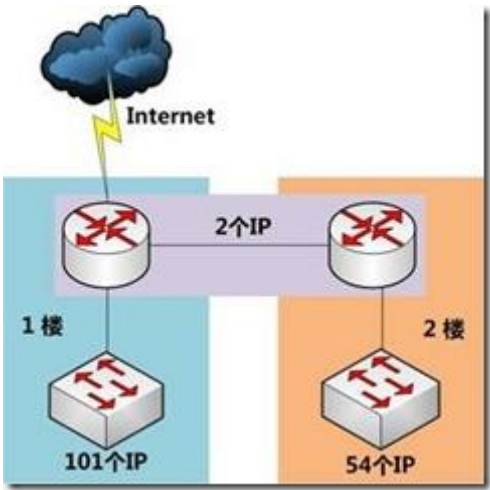
主机位保留 7 位，即在现有基础上网络位向主机位借 1 位（可划分出 2 个子网）：

① 11000000.10101000.00000101.00000000/25 【192.168.5.0/25】

② 11000000.10101000.00000101.10000000/25 【192.168.5.128/25】

1 楼网段从这两个子网段中选择一个即可，我们选择 192.168.5.0/25

2 楼网段和路由器互联使用的网段从 192.168.5.128/25 中再次划分得到



B. 再划分 2 楼使用的网段

2 楼使用的网段从 192.168.5.128/25 这个子网段中再次划分子网获得。因为 2 楼至少要有 54 个可用 IP 地址，所以，主机位至少要保留 6 位（2 的 m 次方-2≥54，m 的最小值=6）。

先将 192.168.5.128/25 用二进制表示：

11000000.10101000.00000101.10000000/25

主机位保留 6 位，即在现有基础上网络位向主机位借 1 位（可划分出 2 个子网）：

① 11000000.10101000.00000101.10000000/26 【192.168.5.128/26】

② 11000000.10101000.00000101.11000000/26 【192.168.5.192/26】

2 楼网段从这两个子网段中选择一个即可，我们选择 192.168.5.128/26。

路由器互联使用的网段从 192.168.5.192/26 中再次划分得到。

C. 最后划分路由器互联使用的网段

路由器互联使用的网段从 192.168.5.192/26 这个子网段中再次划分子网获得。因为只需要 2 个可用 IP 地址，所以，主机位只要保留 2 位即可（2 的 m 次方-2≥2，m 的最小值=2）。

先将 192.168.5.192/26 用二进制表示：

11000000.10101000.00000101.11000000/26

主机位保留 2 位，即在现有基础上网络位向主机位借 4 位（可划分出 16 个子网）：

① 11000000.10101000.00000101.11000000/30 【192.168.5.192/30】

② 11000000.10101000.00000101.11000100/30 【192.168.5.196/30】

③ 11000000.10101000.00000101.11001000/30 【192.168.5.200/30】

.....

④ 11000000.10101000.00000101.11110100/30 【192.168.5.244/30】

⑤ 11000000.10101000.00000101.11111000/30 【192.168.5.248/30】

⑥ 11000000.10101000.00000101.11111100/30 【192.168.5.252/30】

路由器互联网段我们从这 16 个子网中选择一个即可，我们就选择 192.168.5.252/30

D. 整理本例的规划地址

1 楼：

网络地址：【192.168.5.0/25】

主机 IP 地址：【192.168.5.1/25—192.168.5.126/25】

广播地址：【192.168.5.127/25】

2 楼：

网络地址：【192.168.5.128/26】

主机 IP 地址：【192.168.5.129/26—192.168.5.190/26】

广播地址：【192.168.5.191/26】

路由器互联：

网络地址：【192.168.5.252/30】

两个 IP 地址：【192.168.5.253/30、192.168.5.254/30】

广播地址：【192.168.5.255/30】

例 3：

1、 某公司为了便于管理，拟将网络 192.168.3.0 划分为 5 个子网，每个子网中的计算机数不超过 15 台，请规划该子网。(1) 写出子网掩码。(2) 写出每个子网的网络号。(3) 写出每个子网中的主机的 IP 地址范围。

答：

1) 计算主机号所需位数：每个子网中有计算机不超过 15 台，但主机号全 0 和全 1 不能使用（网络地址和广播地址），所以需要主机号 5 位。2^5=32 32-2=30，则子网中最多可分配 30 台主机。(2 分)

2) 计算子网号所需位数：因划分 5 个子网，所以子网号需 3 位。2^3=8 3 位子网号可划分 8 个子网。(2 分)

3) 子网掩码

1111111.1111111.1111111.11100000 即 255.255.255.224 （2 分）

4) 子网网络号和 IP 地址范围：（可以划分为 8 个子网，每个子网最多 30 个主机）

子网网络号 子网主机 IP 地址范围

192.168.3.0 192.168.3.1~192.168.3.30

192.168.3.32 192.168.3.33~192.168.3.62

192.168.3.64	192.168.3.65~192.168.3.94
192.168.3.96	192.168.3.97~192.168.3.126
192.168.3.128	192.168.3.129~192.168.3.158
192.168.3.160	192.168.3.161~192.168.3.190
192.168.3.192	192.168.3.193~192.168.3.222
192.168.3.224	192.168.3.225~192.168.3.254

快速划分子网确定 IP

我们以例 2 为例：

题目需要我们将 192.168.5.0/24 这个网络地址划分成能容纳 101/54/2 个主机的子网。因此我们要先确定主机位，然后根据主机位决定网络位，最后确定详细的 IP 地址。

① 确定主机位

将所需要的主机数自大而小的排列出来：101/54/2，然后根据网络拥有的 IP 数目确定每个子网的主机位：如果 2 的 n 次方-2≥该网段的 IP 数目，那么主机位就等于 n。于是，得到：7/6/2。

② 根据主机位决定网络位

用 32 减去主机位剩下的数值就是网络位，得到：25/26/30。

③ 确定详细的 IP 地址

在二进制中用网络位数值掩盖 IP 前面相应的位数，然后后面的为 IP 位。选取每个子网的第一个 IP 为网络地址，最后一个为广播地址，之间的为有效 IP。得到：

【	网络地址	】	【	有效 IP	】	【	广播地址	】
【	192. 168. 5. 0/25	】	【	192. 168. 5. 1/25~192. 168. 5. 126/25	】	【	192. 168. 5. 127/25	】
【	192. 168. 5. 128/26	】	【	192. 168. 5. 129/26~192. 168. 5. 190/26	】	【	192. 168. 5. 191/26	】
【	192. 168. 5. 192/30	】	【	192. 168. 5. 193/30~192. 168. 5. 194/30	】	【	192. 168. 5. 195/30	】

八、查找路由表

1、设某路由器建立了如下的路由表：

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	端口 0
128.96.39.128	255.255.255.128	端口 1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
*	(默认)	R4

此路由器可以直接从端口 0 和端口 1 转发分组，也可通过相邻的路由器 R2、R3 和 R4 进行转发。现共收到 5 个分组，其目的站 IP 地址分别为：

- (1) 128.96.39.10
- (2) 128.96.40.12
- (3) 128.96.40.151
- (4) 192.4.153.17
- (5) 192.4.153.90

试分别计算其转发端口或下一跳路由器。

答：将目的 IP 地址和子网掩码分别相与，然后比较是否和目的网络相匹配

- (1) 目的 IP: 128.96.39.10
128.96.39.10 与 255.255.255.128 结果为：128.96.39.0，与第一条路由匹配，所以下一跳为端口 0
- (2) 目的 IP: 128.96.40.12
128.96.40.12 与 255.255.255.128 结果为：128.96.40.0，与第一、二条路由表不匹配，与第三条路由匹配，所以下一跳为路由器 R2
- (3) 目的 IP: 128.96.40.151
128.96.40.151 与 255.255.255.128 结果为：128.96.40.128，与第一、二、三条路由表不匹配。
128.96.40.151 与 255.255.255.192 结果为：128.96.40.128，与第四条路由表不匹配。所以只能按照默认路由，从路由器 R4 转发
- (4) 目的 IP: 192.4.153.17
192.4.153.17 与 255.255.255.128，结果为：192.4.153.0，与第一、二、三条路由表不匹配。
192.4.153.17 与 255.255.255.192，结果为：192.4.153.0，与第四条路由表匹配。所以下一跳为路由器 R3
- (5) 目的 IP: 192.4.153.90
192.4.153.90 与 255.255.255.128，结果为：192.4.153.0，与第一、二、三条路由表不匹配。
192.4.153.90 与 255.255.255.192，结果为：192.4.153.64，与第四条路由表不匹配。所以只能按照默认路由，从路由器 R4 转发

九、RIP 路由表更新

1、一些基本概念

距离矢量路由算法：每个路由器维护一个距离矢量(通常是以延时是作变量的)表，然后通过相邻路由器之间的距离矢量通告进行距离矢量表的更新。

RIP：

2、例题

例 1：假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目（这三列分别表示“目的网络”、“距离”和“下一跳路由器”）

N1	7	A
N2	2	B
N6	8	F
N8	4	E
N9	4	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息（这两列分别表示“目的网络”“距离”）：

N2	4
N3	8
N6	4

N8 3
N9 5

试求出路由器 B 更新后的路由表（详细说明每一个步骤）

答：收到 C 的路由信息后，根据 RIP 算法

（1）将收到的路由表距离加一，下一跳路由器为 C。得到：

N2 5 C
N3 9 C
N6 5 C
N8 4 C
N9 6 C

（2）逐条比较路由器 B 中当前路由表和收到的路由表，进行更新操作。

- （1）目的网络 N1：没有收到关于 N1 的路由更新信息，维持原路由不变。即：（N1 7 A）。
- （2）目的网络 N2：当前路由表项（N2 2 B），收到更新消息（N2 5 C），当前路由距离更短，不更新。即：（N2 2 B）
- （3）目的网络 N3：当前路由表项无该目的网络，收到更新消息（N3 9 C），新的目的网络需要更新。即：（N3 9 C）。
- （4）目的网络 N6：当前路由表项（N6 8 F），收到更新消息（N6 5 C），新路由距离更短，要更新。即：（N6 5 C）。
- （5）目的网络 N8：当前路由表项（N8 4 E），收到更新消息（N8 4 C），路由距离相同，要更新。即：（N8 4 C）。
- （6）目的网络 N9：当前路由表项（N9 4 F），收到更新消息（N9 6 C），当前路由距离更短，不更新。即：（N9 4 F）。 （2 分）

因此，更新后 B 的路由表如下：

N1 7 A
N2 2 B
N3 9 C
N6 5 C
N8 4 C
N9 4 F

例 2：

rip 路由表更新算法题

4. 若路由器 A 采用的路由协议为 RIP，A 的路由表如图 5-46 所示，现在路由器 A 收到从路由器 C 发来的路由信息（如图 5-47 所示），试给出路由表 A 更新的过程和结果。

目的网络	距离	下一站
N1	5	D
N2	2	C
N3	1	直接
N4	3	G

图 5-46 A 的路由表

目的网络	距离
N1	3
N2	2
N3	1
N5	3

图 5-47 C 的路由表

RIP 是距离矢量，按照管理距离最短来寻路。

N1：从 A->D->N1 = 5, 从 C->N1 = 3, A->C=2, 因此 N1 的 nexthop=C,或者 D 都可以，距离都是 5

如果开启备份路由，则加入 FIB，作为备份

N2：从 A->C->N2 = 2, 从 A->C = 2, 因此不变

N3：直连最优

N4：不变

N5：加入 FIB，A->N5, 分为 A-C->N5，因此距离=5，下一跳 C

十、简答题

1、零比特填充问题（课本 P155）：

目的是为了 避免误认比特串为帧的边界。

在 HDLC 的帧结构中，若在两个标志字段之间的比特串中，碰巧出现了和标志字 01111110）一样的比特组合（标志字段（F）：以 8bits 组 01111110（0x7E）在帧的两端起定界作用，某个 F 可能既是一个帧的结束标志，也是下一个帧的起始标志。），那么就会误认为是帧的边界。为了避免出现这种情况，HDLC 采用零比特填充法使一帧中两个 F 字段之间不会出现 6 个连续 1。

做法是：在发送端，当一串比特流尚未加上标志字段时，先用硬件扫描整个帧。只要发现 5 个连续 1，则立即填入一个 0。因此经过这种零比特填充后的数据，就可以保证不会出现 6 个连续 1。在接收一个帧时，先找到 F 字段以确定帧的边界。接着再用硬件对其中的比特流进行扫描。每当发现 5 个连续 1 时，就将这 5 个连续 1 后的一个 0 删除，以还原成原来的比特流。

实例：

输入：

01111110··0111111100111110

发送：

011111010··011111011001111100

接收：

011111010··011111011001111100

输出：

01111110··0111111100111110

2、地址聚合算法即：路由聚合（343）

路由聚合（也叫汇总）是让路由选择协议能够用一个地址通告众多网络，旨在缩小路由器中路由选择表的规模，以节省内存，并缩短 IP 对路由选择表进行分析以找出前往远程网络的

路径所需的时间。(字不重要看算法)

192.168.65.0、192.168.64.0、192.168.67.0、192.168.66.0

换二进： 11000000.10101000,01000001.00000000

 11000000.10101000,01000000.00000000

 11000000.10101000,01000011.00000000

 11000000.10101000,01000010.00000000

与的运算： 11000000.10101000,01000000.00000000

换 IP 得 192.168.64.0

掩码是 IP 二进制前面相同的位数.22

 11000000.10101000,01000001.00000000

 11000000.10101000,01000000.00000000

 11000000.10101000,01000011.00000000

 11000000.10101000,01000010.00000000

答案是 192.168.64.0/22

3、IGP 和 EGP 的代表、作用、不同、具体协议例子（365）

IGP 代表内部网关协议

EGP 代表外部网关协议

IGP 作用： 用于一个自治网络系统内部网关间交换数据流转通道信息的协议。

用于在“一个自治系统内”交换路由信息。

主要功能是“发现”和“计算”一个自治域内的路由信息

IGP 协议例子： 路由信息协议（RIP）和最短路径优先路由协议（OSPF）

EGP 作用： 用于两个相邻的自治系统的之间交换路由信息的协议。

用于在“两个相邻的自治系统之间”交换路由信息，通常用于在因特网主机间交换路由表信息。

主要功能是： 使用路由策略和路由过滤等来控制“路由信息”在不同的自治区域间的传播。

EGP 协议例子： 边界网关协议（BGP）

4、RIP 和 OSPE 协议的不同点（至少三点）

- ①OSPE 与 RIP 相比配置相对复杂。
- ②OSPE 支持基于服务类型的路由。
- ③OSPE 支持多种距离度量。
- ④RIP 收敛速度慢，OSPE 收敛速度快。
- ⑤RIP 有 15 跳数和慢收敛缺点，它不适用于大型网络，OSPF 适合用于大型网络。