

更正：

- 第1题的第2小问，应该是 R1与R2之间的链路所分配到的CIDR地址块是10.0.0.144/30，原错误答案已经用删除线标注。
- 子网划分解法改进

感谢网友Velpro的指正。🙏

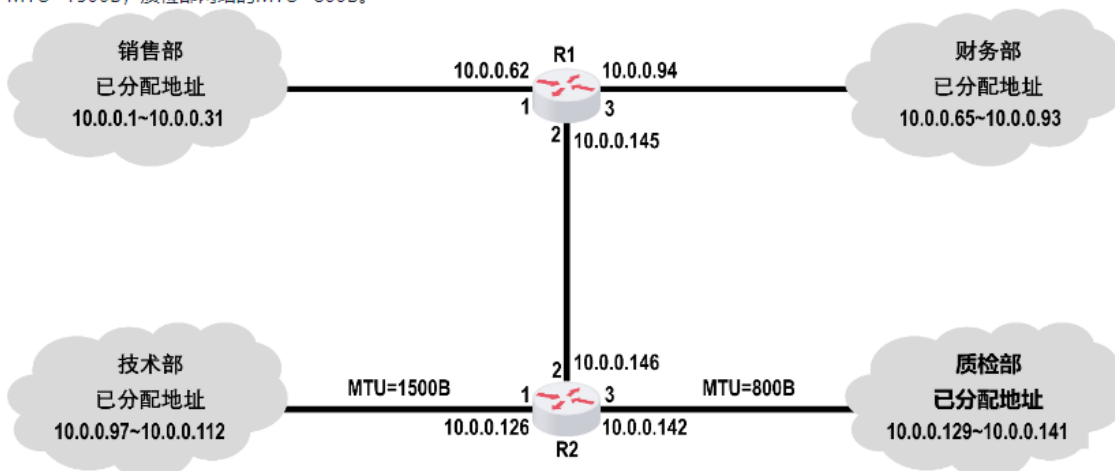
[子网划分通俗易懂讲解视频](#)

子网划分的一般步骤：

- 1) 确定要借几位作为子网号
- 2) 确定每个子网的子网掩码
- 3) 确定子网的网络地址
- 4) 确定子网的广播地址
- 5) 确定子网的可用IP地址范围

考察知识点：再现子网划分、静态路由、IP数据报分片

1. (论述题,9.0分) 某公司网络如下图所示。从CIDR地址块10.0.0.0/24的最小地址开始，依次取出5个连续的子块分别分配给销售部网络、财务部网络、技术部网络、质检部网络以及路由器R1与R2之间的链路，并且已分别为各部门网络中的部分主机和路由器接口分配了IP地址。假设除R1和R2的接口2外，R1和R2的其他接口所分配的IP地址都是其所在网络中可分配的最大地址。技术部网络的MTU=1500B，质检部网络的MTU=800B。



请回答下列问题。

- 1) 销售部网络的网络地址是什么？财务部网络的广播地址是什么？技术部网络还剩余多少可分配地址？质检部网络还剩余多少可分配地址？
- 2) 本着节约分配IP地址的原则，R1与R2之间的链路所分配到的CIDR地址块是什么？
- 3) 为了使四个部门网络中的主机之间可以正常通信，请分别为R1和R2添加静态路由（不能是默认路由和聚合路由），假设路由条目格式为（目的网络地址 地址掩码 下一跳）。
- 4) 假设技术部中的某台主机给质检部中的某台主机发送一个总长度为1500B的IP数据报（首部长度为20B），R2的接口3转发该数据报时进行了分片。若分片尽可能大，则一个最大分片所封装的数据载荷的字节数是多少？第二个分片的片偏移量是多少？第二个分片首部中的MF标志位的取值是多少？

参考解答：

这道题目是已经划分好了子网，要你求解相应的网络地址、广播地址.....

因此先将其划分子网的每个网段给罗列出来，具体见下方图片。

(1)

销售部网络中的最小IP地址为10.0.0.1，最大网络地址为10.0.0.62

∴该网络的可分配的IP地址有62个，一共有64(2^6)个IP地址，故主机号部分为6位，网络号部分=32-6=26位

∴销售部网络的子网掩码为/26，即255.255.255.192
由网络地址=IP地址和子网掩码相与，可得
销售部网络的网络地址=10.0.0.00000001 and 255.255.255.11000000
=10.0.0.00000000，转换成十进制为10.0.0.0

财务部网络中的最大IP地址为10.0.0.94，又
∴广播地址=最大IP地址+1
∴财务部网络的广播地址为10.0.0.95

技术部还剩10.0.0.113~10.0.0.125这13个IP地址
质检部还剩余的可分配地址数为0

(2)

~~R1与R2之间的链路所分配到的CIDR地址块是10.0.0.128/28~~

R1与R2之间的链路所分配到的CIDR地址块是10.0.0.144/30

(3)

给路由器R1添加的静态路由：

10.0.0.96 255.255.255.224 10.0.0.146

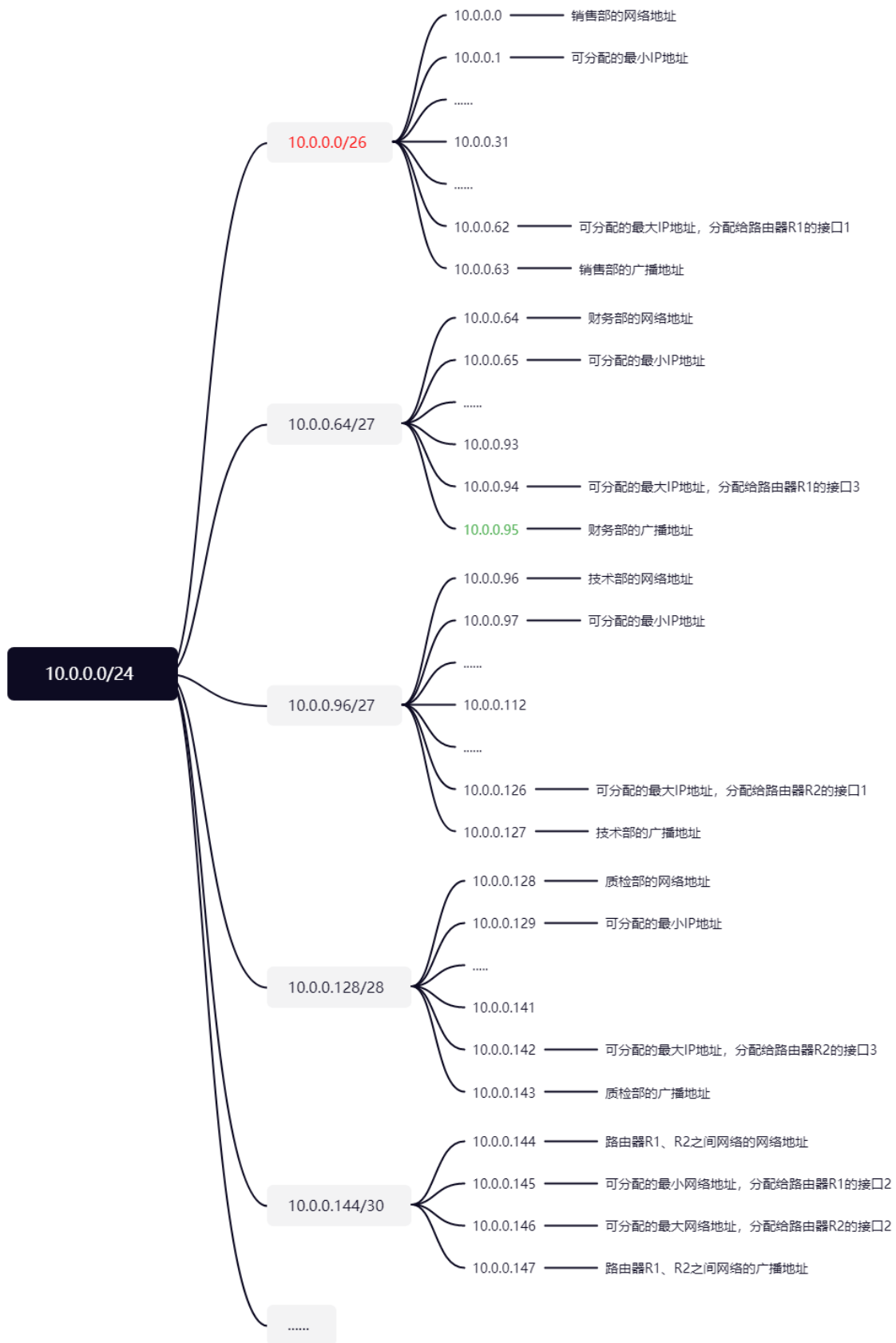
10.0.0.128 255.255.255.240 10.0.0.146

给路由器R2添加的静态路由：

10.0.0.0 255.255.255.192 10.0.0.145

10.0.0.64 255.255.255.224 10.0.0.145

看不清楚图片，请戳我！ 



注：以下是第4小问的错误解答！

(4)

IP数据报长度=IP首部长度+IP数据部分长度

IP数据部分长度=IP数据报长度-IP首部长度=1500-20=1480B

因为质检部网络的MTU(Maximum Transfer Unit, 最大传送单元)=800B,

即一个数据报片的最大长度为800B(IP首部长度+IP数据部分长度)

因为分片尽可能大—>IP数据部分长度尽可能长, 即IP首部长度取最小值, 即取固定长度20字节

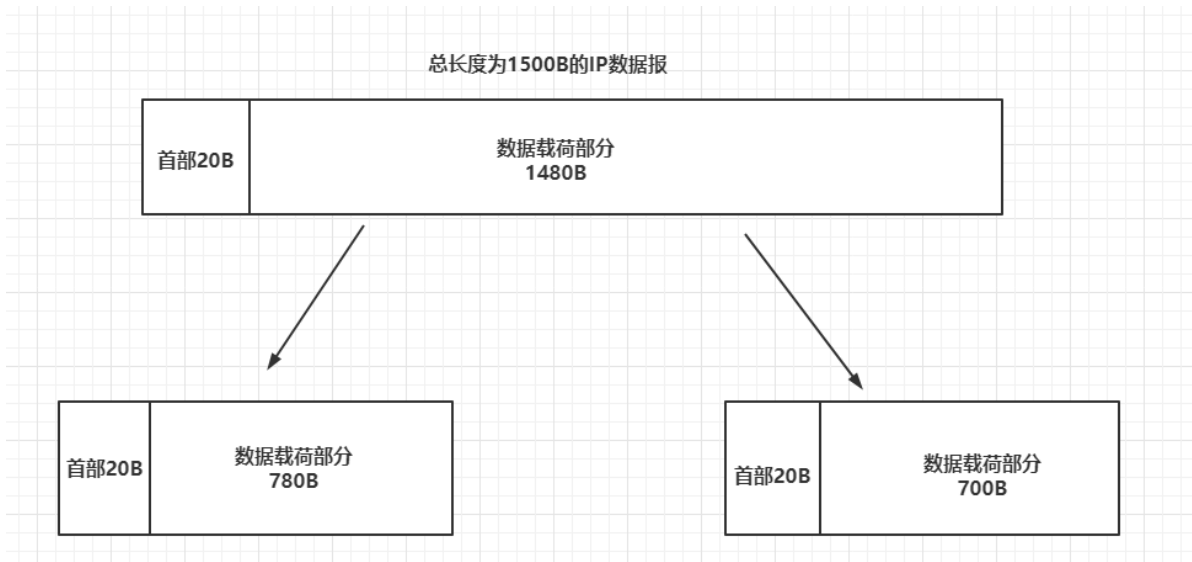
最终的分片效果如下图所示:

所以一个最大分片所封装的数据载荷部分的字节数=800-20=780B

第二个分片的片偏移=780*(2-1)/8=97.5

MF(More Fragment), MF=1表示后面"还有分片"的数据报, MF=0表示这已是若干数据报片中的最后一个。

因第二个分片后没有分片, 故MF=0

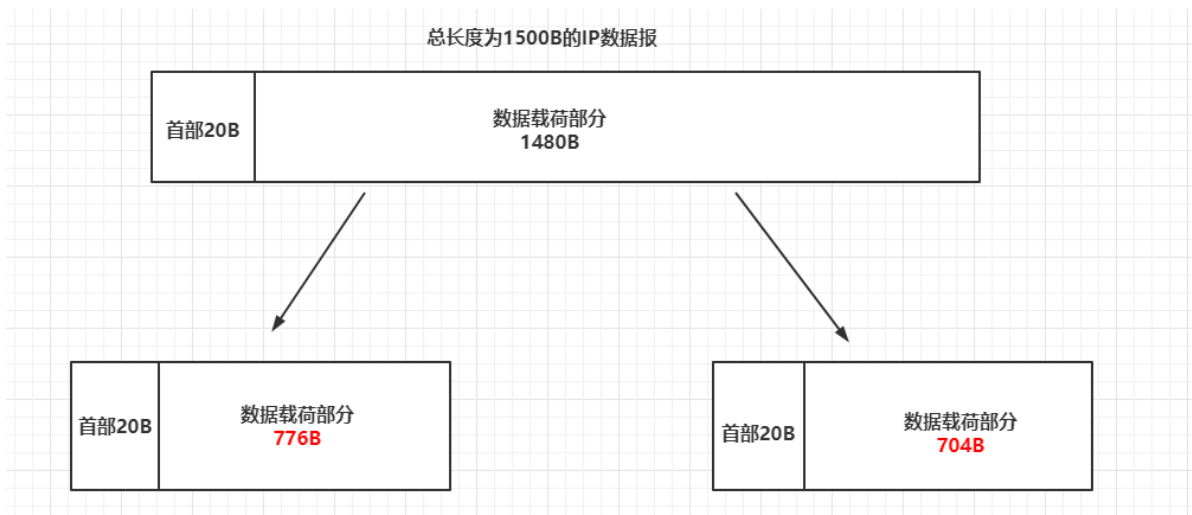


为什么不能这样分片呢?

片偏移量必须为整数, 第二个分片的片偏移量并不是整数, 故不能这样分片。

分片数据部分的最大长度可取小于780且能整除8的最大整数: $(780/8)$ 向下取整 $\times 8 = 776$

故最终的分片效果如下图所示:



一个最大分片所封装的数据载荷部分的字节数是776B, 第二个分片的片偏移量是 $776 \times (2-1) / 8 = 97$
第二个分片首部中的MF标志位的取值为0, 表示其后面没有分片。

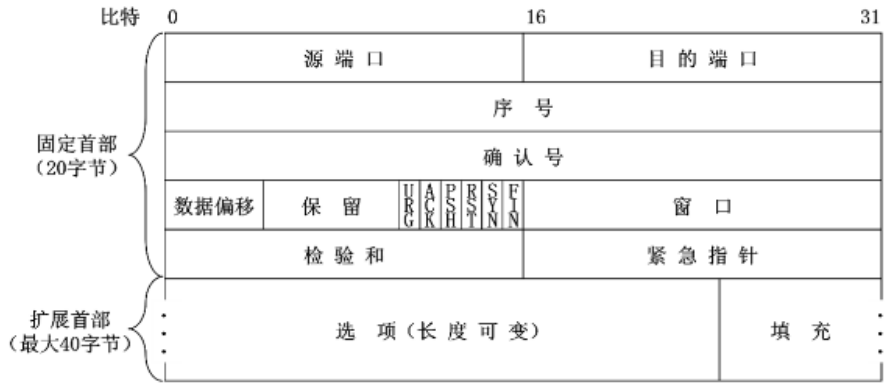
考察知识点: TCP报文段首部格式的理解

1. (论述题,9.0分)

某个TCP报文段的首部字节数据如下表所示（编号为十进制形式，数据为十六进制形式）

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
数据	c0	00	00	50	00	1a	6b	08	00	00
编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
数据	00	00	60	02	00	a0	c0	29	00	00

TCP报文段首部格式如下图所示



试回答以下问题（数值必须用十进制表示）：

- (1) 源端口号是多少？目的端口号是多少？
- (2) 该TCP报文段的数据载荷部分的第一个字节的序号是多少？
- (3) 该TCP报文段的首部长度是多少？
- (4) 该TCP报文段的数据载荷是什么PDU？
- (5) 发送该TCP报文段的主机的接收窗口的大小是多少？

一个字节=8比特

1位十六进制数=4位二进制数(4个比特)

4位十六进制数=16位二进制数(16个比特)

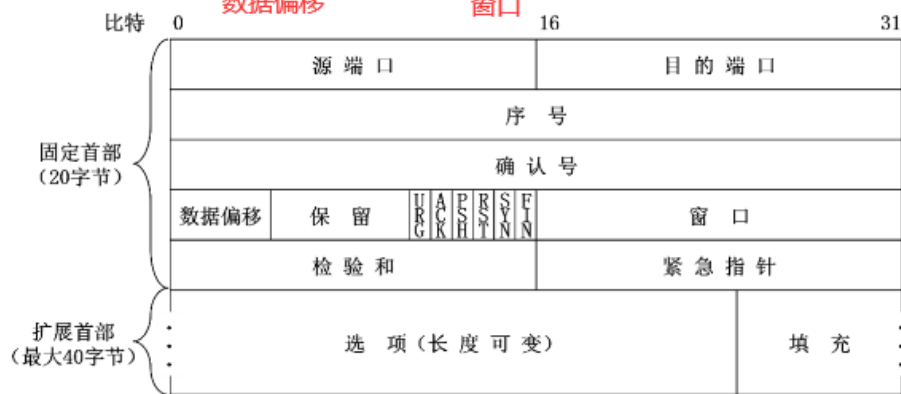
8位十六进制数=32位二进制数(32个比特)

1. (论述题,9.0分)

某个TCP报文段的首部字节数据如下表所示 (编号为十进制形式, 数据为十六进制形式)

编号	源端口 2		目的端口 4		5	6 序号	7	8	9	确认号
数据	c0	00	00	50	00	1a	6b	08	00	00
编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
数据	00	00	60	02	00	a0	c0	29	00	00

TCP报文段首部格式如下图所示



试回答以下问题 (数值必须用十进制表示) :

- (1) 源端口号是多少? 目的端口号是多少?
- (2) 该TCP报文段的数据载荷部分的第一个字节的序号是多少?
- (3) 该TCP报文段的首部长度是多少?
- (4) 该TCP报文段的数据载荷是什么PDU?
- (5) 发送该TCP报文段的主机的接收窗口的大小是多少?

参考解答:

(1)源端口占开头的16比特, 即占开头的2字节,

对应的十六进制数为c000, 转换成十进制为 $12 \times 16^3 = 49152$

目的端口占源端口的后两个字节, 对应的十六进制数为0050,

转换成十进制为 $5 \times 16^1 = 80$

(2)

TCP报文段的首部格式中的序号字段指出本TCP报文段数据载荷的第一个字节的序号。

(首部中的序号字段指的是本报文段所发送数据的第一个字节的序号)

序号字段是目的端口后的32比特, 即4字节, 对应的十六进制数为001a 6b08

转换成十进制数为 $8 \times 16^0 + 11 \times 16^1 + 6 \times 16^2 + 10 \times 16^3 + 1 \times 16^4 = 8 + 2816 + 24576 + 655360 + 1048576 = 1731336$

∴该TCP报文段的数据载荷部分的第一个字节的序号为1731336

(3)数据偏移字段指出TCP报文段的数据起始处距离TCP报文段的起始处有多远。

这个字段实际上指出TCP报文段的首部长度。

数据偏移字段占4比特, 即在确认号后面的4比特, 对应的十六进制数为6,

转换成十进制数为 $6 \times 16^0 = 6$, 因为数据偏移部分以4字节为单位, 因此

首部长度= $6 \times 4 = 24$ 字节

** (4)

根据(1)中所分析出的目的端口号为80可知, 该TCP报文段的数据载荷是由HTTP协议封装的协议数据单元PDU。

** (5)

TCP报文段的首部格式中的窗口字段, 对应的十六进制数为00a0,

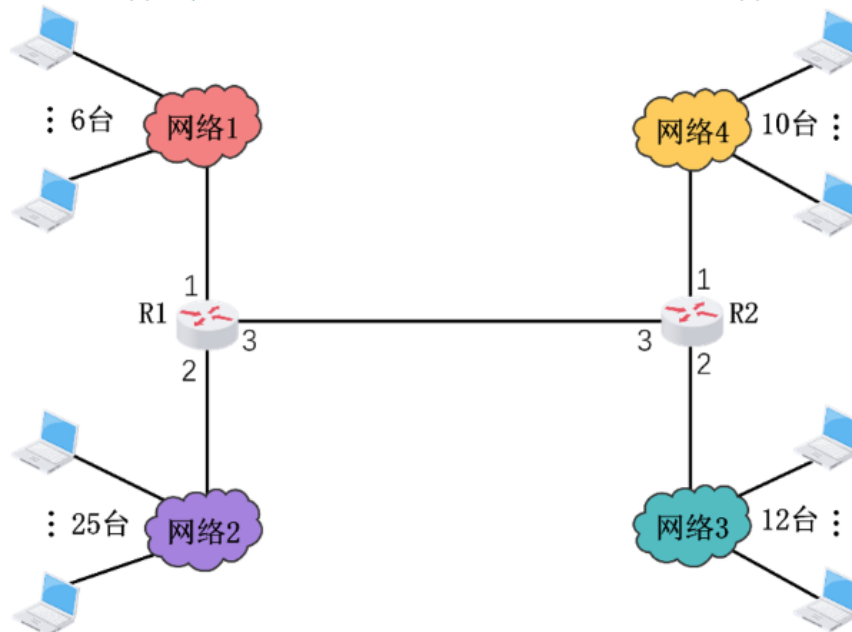
转换成十进制数为 $10 \times 16^1 = 160$ 。

∴发送该TCP报文段的主机的接收窗口大小是160, 单位为字节。

考察知识点: 子网划分、默认路由

1. (论述题,9.0分)

网络拓扑如下图所示，各网络中的主机数量以及路由器R1和R2的各接口号已标记在图中。



假设申请到的CIDR地址块为218.75.230.0/24，请回答以下问题。

(1) 请本着节约IP地址的原则，从该地址块中取出5个子块，分别分配给网络1~网络4以及路由器R1与R2之间的点对点链路。

(2) 请给出分配给路由器R1和R2的各接口的IP地址和地址掩码。

(3) 请给出各网络的默认网关的IP地址。

(4) 给路由器R1和R2分别添加一条路由条目，使得网络中的各主机之间可以正常通信。请给出R1和R2的路由条目（目的网络地址 地址掩码 下一跳地址）

请注意，本题答案不唯一。

- 取消本着节约IP地址的原则，划分子网(必须掌握)

第1问确定子网号的位数，写得不清晰。故重写一遍。

参考解答：

(1)

假设子网号的位数为n，

则n必须满足

$$2^n \geq 5 \text{---} \textcircled{1}$$

$$2^{(8-n)} - 2 \geq 25 + 1 \text{ (主机数+路由器接口数)} \text{---} \textcircled{2}$$

解①得：n ≥ 3

解②得：n ≤ 3

$$\therefore n = 3$$

$$\therefore \text{网络号+子网号} = 27 \text{位}$$

$$\therefore \text{子网掩码为 } 255.255.255.224.0$$

划分出的8个子网分别为：

218.75.230.00000000

218.75.230.00100000

218.75.230.01000000

218.75.230.01100000

218.75.230.10000000

218.75.230.10100000

218.75.230.11000000

218.75.230.11100000

选择上述子网中的前5个子网分配给相应的网络，即

网络1：218.75.230.00000000，转换成十进制为218.75.230.0/27，

网络2：218.75.230.00100000，转换成十进制为218.75.230.32/27，

网络3：218.75.230.01000000，转换成十进制为218.75.230.64/27，

网络4：218.75.230.01100000，转换成十进制为218.75.230.96/27，

路由器R1与R2之间的点对点链路：218.75.230.10000000，转换成十进制为218.75.230.128/27

- 本着节约IP地址的原则，划分子网(考研时会考)

每个网络需要的IP数量(主机IP数+路由器IP数+全0和全1的IP数)

网络1	$6+1+2=9 < 16 (2^4)$	主机号占4位
网络2	$25+1+1=27 < 32 (2^5)$	主机号占5位
网络3	$12+1+2=15 < 16 (2^4)$	主机号占4位
网络4	$10+1+2=13 < 16 (2^4)$	主机号占4位

链路 $2+2=4 \leq 4 (2^2)$ 主机号占2位
分配的地址:

网络名	网络地址	广播地址	可用IP地址段(主机IP+路由器IP)
网络1	218.75.230.0/28	218.75.230.15/28	218.75.230.1/28~218.75.230.14/28
网络2	218.75.230.16/27	218.75.230.47/27	218.75.230.17/27~218.75.230.46/27
网络3	218.75.230.48/28	218.75.230.63/28	218.75.230.49/28~218.75.230.62/28
网络4	218.75.230.64/28	218.75.230.79/28	218.75.230.65/28~218.75.230.78/28
网络5	218.75.230.80/30	218.75.230.83/30	218.75.230.81/30~218.75.230.82/30

原本的解答:

(1) 从该地址块中取出5个字块-->需划分出5个子网
 $\because 2^2 < 5 < 2^3 \therefore$ 需借用3位主机号, 来充当网络号
 所以子网掩码为/27, 即255.255.255.11100000,
 转换成十进制为255.255.255.224

划分出的8个子网分别为:

218.75.230.00000000
 218.75.230.00100000
 218.75.230.01000000
 218.75.230.01100000
 218.75.230.10000000
 218.75.230.10100000
 218.75.230.11000000
 218.75.230.11100000

选择上述子网中的前5个子网分配给相应的网络, 即

网络1: 218.75.230.00000000, 转换成十进制为218.75.230.0/27,

该网络有30个有效的IP地址, 满足6台主机和路由器的一个接口的要求

网络2: 218.75.230.00100000, 转换成十进制为218.75.230.32/27,

该网络有30个有效的IP地址, 满足25台主机和路由器的一个接口的要求

网络3: 218.75.230.01000000, 转换成十进制为218.75.230.64/27,

该网络有30个有效的IP地址, 满足12台主机和路由器的一个接口的要求

网络4: 218.75.230.01100000, 转换成十进制为218.75.230.96/27,

该网络有30个有效的IP地址, 满足10台主机和路由器的一个接口的要求

路由器R1与R2之间的点对点链路: 218.75.230.10000000, 转换成十进制为218.75.230.128/27

(2)

路由器连接网络的接口, 不妨取该网络中的最大IP地址

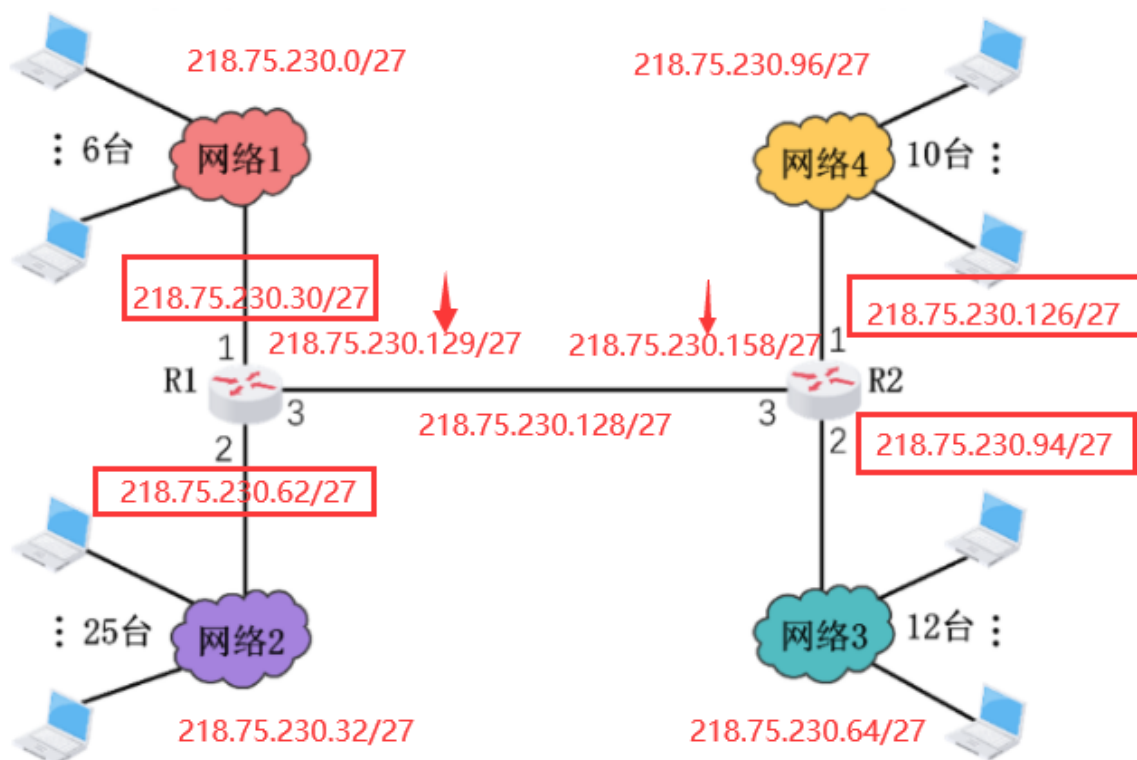
路由器与路由器之间的接口, 一个取链路网络的最小IP地址, 一个取链路网络的最大IP地址

故

路由器R1的接口1的IP地址为218.75.230.30, 子网掩码为255.255.255.224

路由器R1的接口2的IP地址为218.75.230.62, 子网掩码为255.255.255.224

路由器R1的接口3的IP地址为218.75.230.129，子网掩码为255.255.255.224
 路由器R2的接口1的IP地址为218.75.230.126，子网掩码为255.255.255.224
 路由器R2的接口2的IP地址为218.75.230.94，子网掩码为255.255.255.224
 路由器R2的接口3的IP地址为218.75.230.158，子网掩码为255.255.255.224



(3)

网络1默认网关的IP地址为218.75.230.30/27

网络2默认网关的IP地址为218.75.230.62/27

网络3默认网关的IP地址为218.75.230.94/27

网络4默认网关的IP地址为218.75.230.126/27

** (4) (添加默认路由即可)

给路由器R1添加的路由条目: 0.0.0.0 0.0.0.0 218.75.230.158

给路由器R2添加的路由条目: 0.0.0.0 0.0.0.0 218.75.230.129

考察知识点: IP地址、循环冗余码的计算

1. 一个子网 IP 地址为 10.80.0.0，子网掩码为 255.224.0.0 的网络，它的网络地址、广播地址、最小用户地址、最大用户地址分别是？
2. 生成多项式 $G(x) = x^5 + x^4 + x^2 + 1$ (110101)，试计算帧 100110101101 的循环冗余码 (CRC)。

1. 参考解答:

网络地址=IP地址和子网掩码相与，即

00001010.01010000.00000000.00000000

and

11111111.11100000.00000000.00000000

得00001010.01000000.00000000.00000000，转换成十进制为10.64.0.0

广播地址: 主机号部分全置为1

∴广播地址为10.01011111.11111111.11111111，转换成十进制为10.95.255.255

∴用户地址介于网络地址和广播地址之间

∴最小用户地址为10.64.0.1，最大用户地址为10.95.255.254

2. 参考解答：

多项式 $G(x)=x^5+x^4+x^2+1$ →除数为110101

除数的位数= $n+1=6$ 得 $n=5$ ，所以原始数据加5位0，即10011010110100000

$100110101101 \div 110101$ ，余数为11110，即CRC循环冗余码为11100

考察知识点：TCP拥塞控制方法

2. (10 分) 主机 B 向主机 A 通过一条新建的 TCP 连接发送一批数据，最大报文段长度 (MSS) 为 1KB，假设主机 A 每次发送一整个拥塞窗口的数据，待发送出去的报文段都得到了确认或确信已丢失了，再调整拥塞窗口发送下一批数据。每一次发送称为一轮，

下表为每一轮发送时的拥塞窗口大小，请回答以下问题。

- (1) 起始时，A 设置的拥塞窗口门限是多少？
- (2) 哪几轮发送处于慢启动阶段？
- (3) 哪几轮发送处于拥塞避免阶段？
- (4) 第 6 轮、第 8 轮中分别发生了什么事？

轮次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
拥塞窗口 (KB)	1	2	4	8	9	10	5	6	1	2	3	4

注：题目中的第9轮次和第12轮次请忽略，是干扰项。

参考解答：

(1) 起始时，A 设置的拥塞窗口门限是 8。

因为第 1 轮次到第 4 轮次，拥塞窗口的大小成倍增加，

接着，拥塞窗口按线性规律缓慢增加，故

拥塞窗口门限是 8，小于拥塞窗口门限值时，TCP 发送报文执行慢开始算法，

大于拥塞窗口门限值时，改用拥塞避免算法。

(2) 题中所述的慢启动阶段，即执行慢开始算法阶段。

第 1 轮次 - 第 4 轮次

(3) 拥塞避免阶段，拥塞窗口的值按线性规律增加，故

轮次为第 4 轮次 - 第 6 轮次和第 7 轮次 - 第 8 轮次

(4)

第 6 轮次发生了发送方一连接收到 3 个重复确认报文

第 8 轮次发生了发送方的超时重传计时器超时。

