

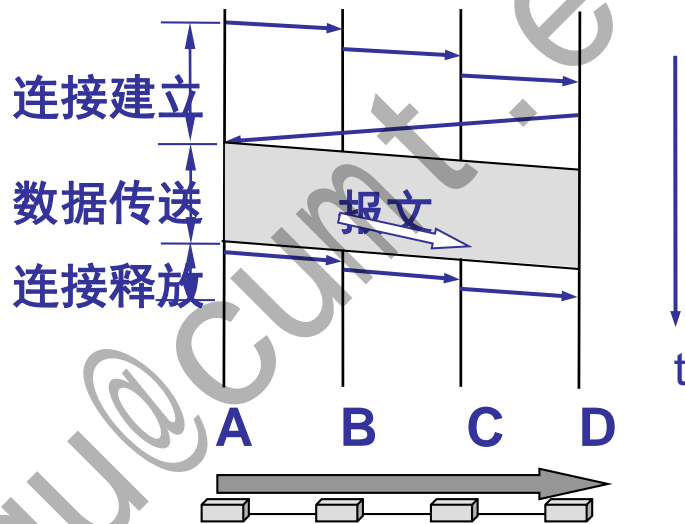


# 计算机网络第1章作业参考答案

1. 简述分组交换的要点，并从多方面比较电路交换、报文交换和分组交换的主要优缺点。
2. 比较客户-服务器方式与对等通信方式的异同点？
3. 如何理解网络体系结构的分层思想？
4. 什么是网络协议的三要素？协议与服务有什么区别
5. 试述OSI七层体系结构、TCP/IP体系结构和五层原理网络体系结构各层的名称和主要功能？
6. 计算机网络的常用性能指标？理解其物理含义。
7. 第8版：1-08，1-10，1-11，1-17，1-19，1-29

- 1-10 要传送的报文共  $x$  (bit)。从源点到终点共经过  $k$  段链路，每段链路的传播时延为  $d$  (s)，数据率为  $b$  (b/s)。在电路交换时电路的建立时间为  $s$  (s)。在分组交换时分组长度为  $p$  (bit)，且各结点的排队等待时间可忽略不计。问在怎样的条件下，分组交换的时延比电路交换的要小？

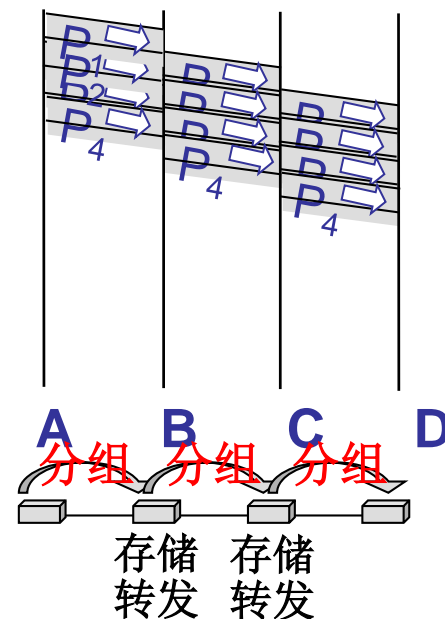
电路交换



数据传输特点

比特流直达终点

分组交换



存储转发 存储转发



解答：

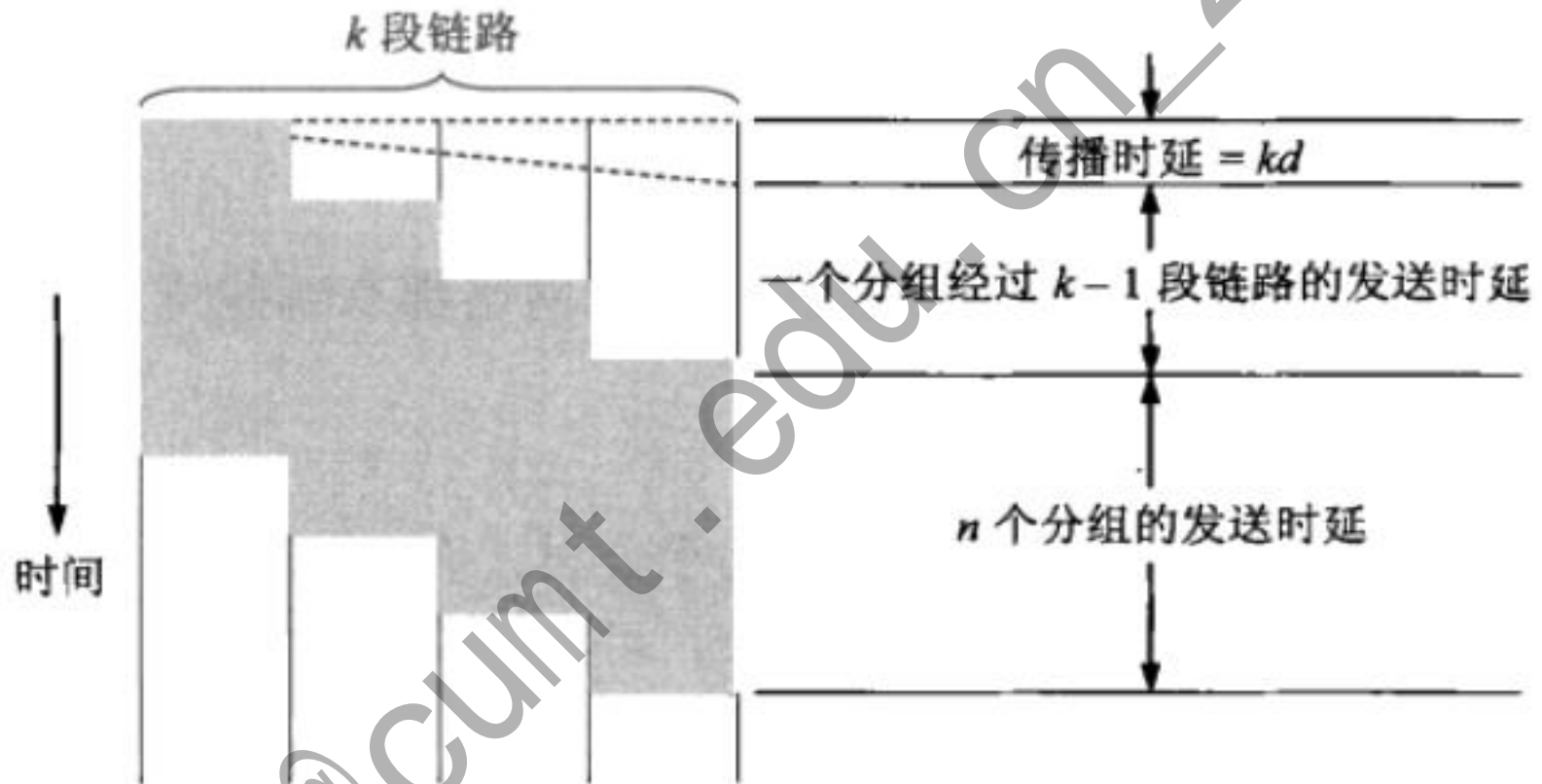
电路交换的时延计算：

- (1) 必须先建立连接，需要的时间是  $s$  秒。
- (2) 发送  $x$  (bit) 的报文所需的时间，即发送时延是  
报文长度/数据率  $b = x/b$
- (3) 总的传播时延是链路数乘以每段链路的传播时延，即  $k \times d$

因此，电路交换的时延由以下三项组成：

$$s + x/b + k \times d$$

## 分组交换的时延计算





分组交换不需要先建立连接，总时延由三部分组成

(1) 分组交换的传播时延，也是  $k \times d$

(2) 计算  $n$  个分组所需的发送时延

分组数目  $n$  等于报文长度  $x$  (bit) 除以一个分组的长度  $p$ ，如果商不是整数，则应该将商的整数部分加1，即对商上取整，也就是  $n = \lceil x/p \rceil$

最后一个分组的长度一般会小于前面的  $n-1$  个分组的长度，至于小多少无法得知。

为简化问题，假设所有分组都是等长的，则所有分组的发送时延都是相同的，因此发送  $n$  个分组所需的发送时延是：

$$n \times (p/b) = \lceil x/p \rceil \times (p/b)$$



(3) 一个分组经过  $k-1$  段链路的发送时延  
当  $k=1$  时, 就没有这一项。

在一段链路上发送一个分组的发送时延是  $p/b$ ,  $(k-1)$  段链路的发送时延是  $(k-1) \times p/b$

以上三部分时延相加, 就得出在分组交换的情况下的总时延:

$$k \times d + \lceil x/p \rceil \times (p/b) + (k-1) \times p/b$$



分组交换时延较电路交换时延小的条件为:

$$k \times d + \lceil x/p \rceil \times (p/b) + (k-1) \times p/b < s + x/b + k \times d$$

当  $x \gg p$  时,  $\lceil x/p \rceil \approx x/p$

分组交换时延可以写为:

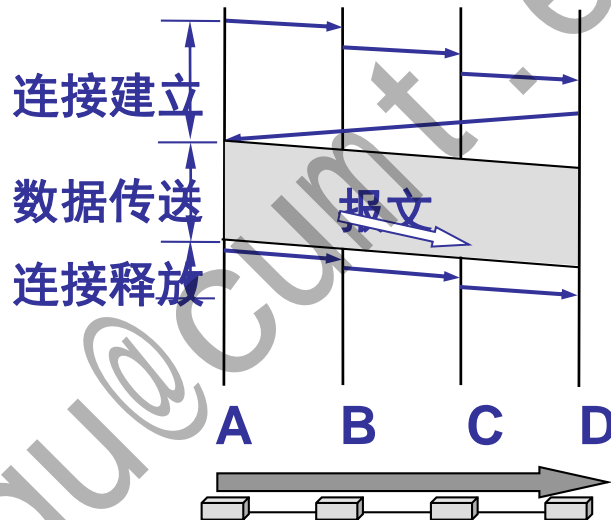
$$\begin{aligned} & k \times d + x/p \times (p/b) + (k-1) \times p/b \\ & = k \times d + x/b + (k-1) \times p/b \end{aligned}$$

得到分组交换时延较电路交换时延小的条件:

$$(k-1) \times p/b < s$$

- 1-11 在上题的分组交换网中，设报文长度和分组长度分别为  $x$  和  $(p+h)$  (bit)，其中， $p$  为分组的数据部分的长度，而  $h$  为每个分组所带的控制信息固定长度，与  $p$  的大小无关。通信的两端共经过  $k$  段链路。链路的数据率为  $b$  (b/s)，但传播时延和结点的排队时间均可忽略不计。若打算使总的时延为最小，问分组的数据部分长度  $p$  应取为多大？

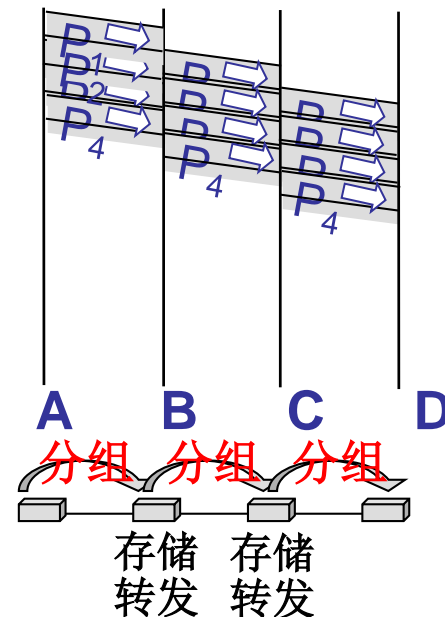
电路交换



数据传输特点

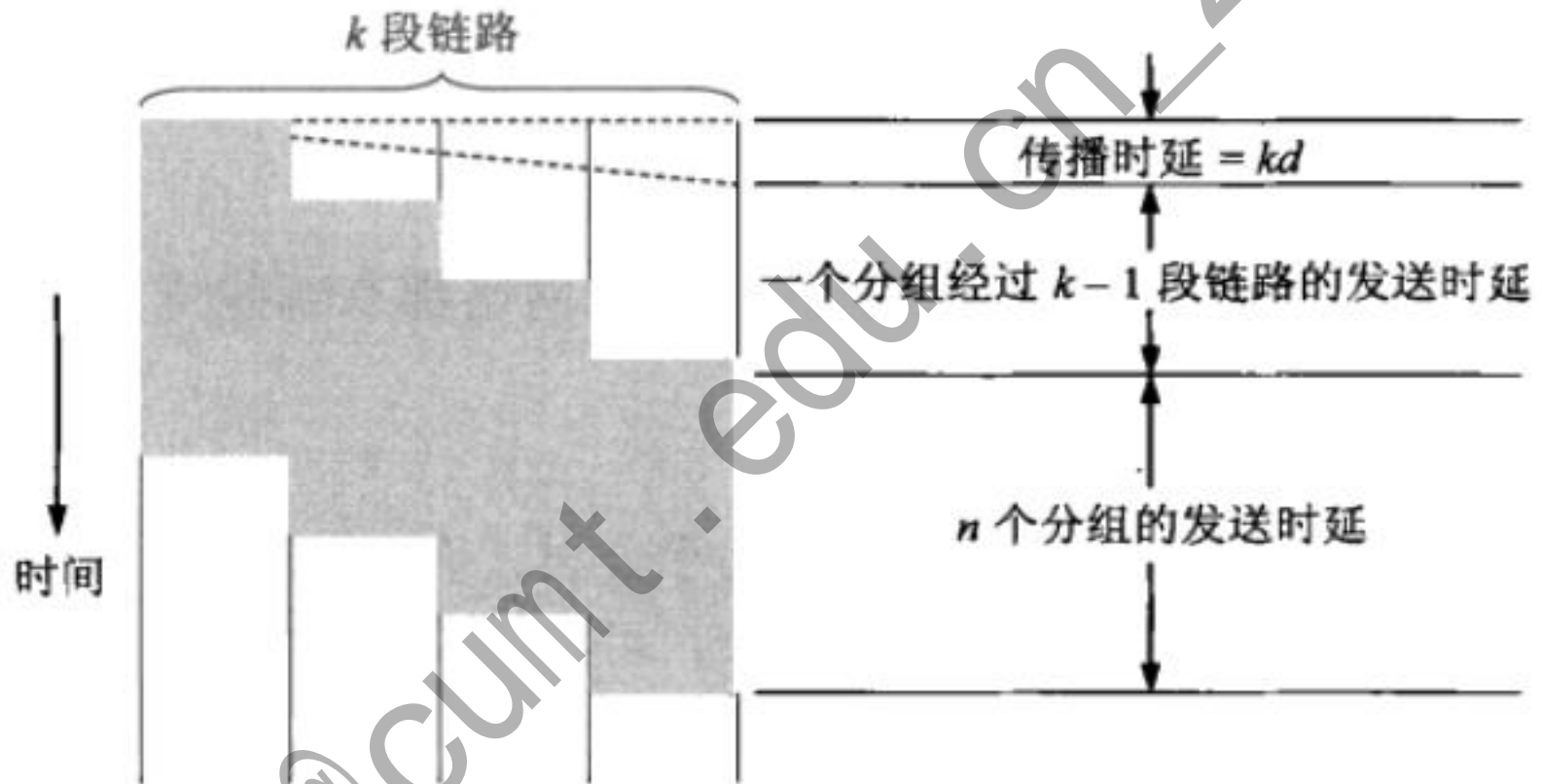
比特流直达终点

分组交换





## 分组交换的时延计算





分组交换不需要先建立连接，传播时延和结点的排队时间均可忽略不计，则总时延由两部分组成

(1) 计算 $n$ 个分组所需的发送时延

分组数目  $n$  等于报文长度  $x$  (bit)除以一个分组的长度  $p$ ，如果商不是整数，则应该将商的整数部分加1，即对商上取整，也就是  $n = \lceil x/p \rceil$

最后一个分组的长度一般会小于前面的 $n-1$ 个分组的长度，至于小多少无法得知。

假设所有分组都是等长的，则所有分组的发送时延都是相同的，且每个分组的固定首部长度为  $h$ ，因此发送 $n$ 个分组所需的发送时延是：

$$n \times (p+h)/b = \lceil x/p \rceil \times (p+h)/b$$



(2) 一个分组经过  $k-1$  段链路的发送时延  
当  $k=1$  时, 就没有这一项。

在一段链路上发送一个分组的发送时延是  $(p+h)/b$ ,  
( $k-1$ )段链路的发送时延是  $(k-1) \times (p+h)/b$

以上两部分时延相加, 就得出在分组交换的情况下的总时延  $D$ :

$$\lceil x/p \rceil \times (p+h)/b + (k-1) \times (p+h)/b$$

$D$ 对 $p$ 求导后, 令其值等于0

$$d(x \times (p+h)/(p \times b) + (k-1) \times (p+h)/b)/d(p) = 0$$

求得

$$p = [(x \times h)/(k-1)]^{0.5}$$



- 1-17 收发两端之间的传输距离为1000km，信号在媒体上的传播速率为 $2 \times 10^8$ m/s。试计算以下两种情况的发送时延和传播时延：

(1)数据长度为 $10^7$ bit，数据发送速率为 100kbit/s

(2)数据长度为 $10^3$ bit，数据发送速率为 1 Gbit/s

从以上计算结果可得出什么结论？

$$\text{发送时延}(d_{\text{trans}}) = \frac{\text{数据块长度 } L \text{ (比特)}}{\text{发送速率 } R \text{ (比特/秒)}}$$

$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度 (米)}}{\text{信号在信道上的传播速率 (米/秒)}}$$



- 解: (1)

发送速率为  $100 \text{ kbit/s} = 100 \times 10^3 \text{ bit/s}$

发送时延  $= 10^7 \div (100 \times 10^3) = 100 \text{ s}$

传播时延  $= 1000 \times 10^3 \div (2 \times 10^8) = 0.005 \text{ s}$

- 解: (2)

发送速率为  $1 \text{ Gbit/s} = 1 \times 10^9 \text{ bit/s}$

发送时延  $= 10^3 \div (1 \times 10^9) = 10^{-6} \text{ s} = 10^{-3} \text{ ms} = 10^{-3} \mu\text{s}$

传播时延  $= 1000 \times 10^3 \div (2 \times 10^8) = 0.005 \text{ s}$

传播速率只与传输媒介和传媒距离有关



- 1-19 长度为100 字节的应用层数据交给运输层传送，需加上20 字节的TCP 首部。再交给网络层传送，需加上20 字节的IP 首部。最后交给数据链路层的以太网传送，加上首部和尾部18 字节。试求数据的传输效率。
- 若应用层数据长度为1000 字节，数据的传输效率是多少？

$$\text{数据的传输效率} = \frac{\text{发送的应用层数据}}{\text{发送的总数据（即应用层数据加上各种首部和尾部的额外开销）}}$$

解：(1) 传输效率 =  $100 \div (100 + 20 + 20 + 18) = 63.3\%$

(2) 传输效率 =  $1000 \div (1000 + 20 + 20 + 18) = 94.5\%$

应用层数据越多，则传输效率越高



- 1-29 有一个点对点链路，长度为50km。若数据在此链路上的传播速度为 $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。试问链路的带宽应为多少才能使传播时延和发送100字节的分组的发送时延一样大？如果发送的是512 字节长的分组，结果又应如何？

解：(1) 发送100字节的分组

$$\text{传播时延} = 50 \times 1000 \div (2 \times 10^8) = 2.5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{发送时延} = \text{数据块长度} / \text{发送速率}$$

$$\text{发送速率} = 100 \times 8 \div (2.5 \times 10^{-4}) = 3.2 \times 10^6 \text{ bit/s}$$

(2) 发送512字节的分组

$$\text{传播时延} = 50 \times 1000 \div (2 \times 10^8) = 2.5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$\text{发送时延} = \text{数据块长度} / \text{发送速率}$$

$$\text{发送速率} = 512 \times 8 \div (2.5 \times 10^{-4}) = 1.6384 \times 10^7 \text{ bit/s}$$

带宽即发送速率