



计算机网络（第8版）

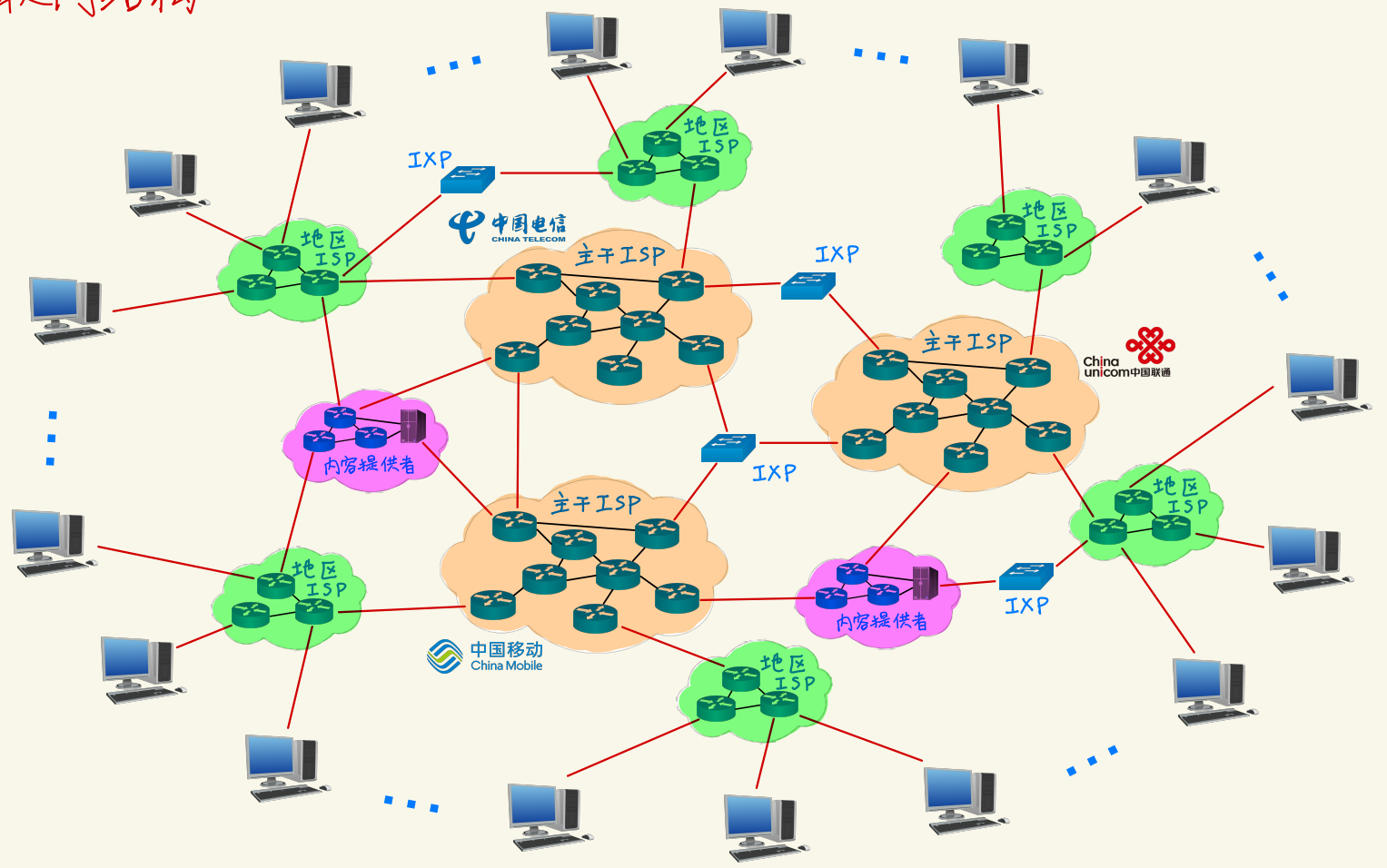
谢希仁 编著



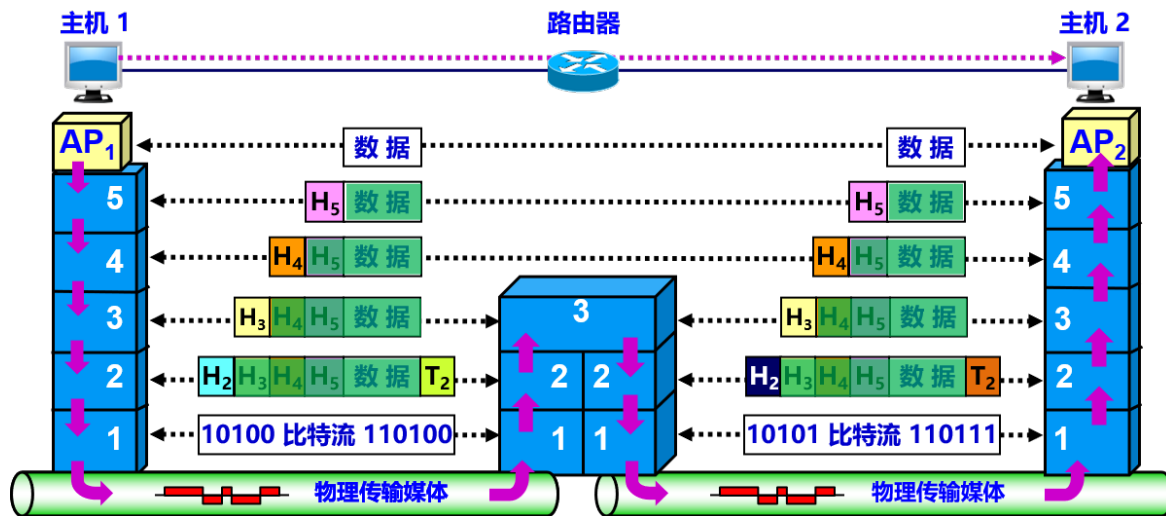
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第1章 概述

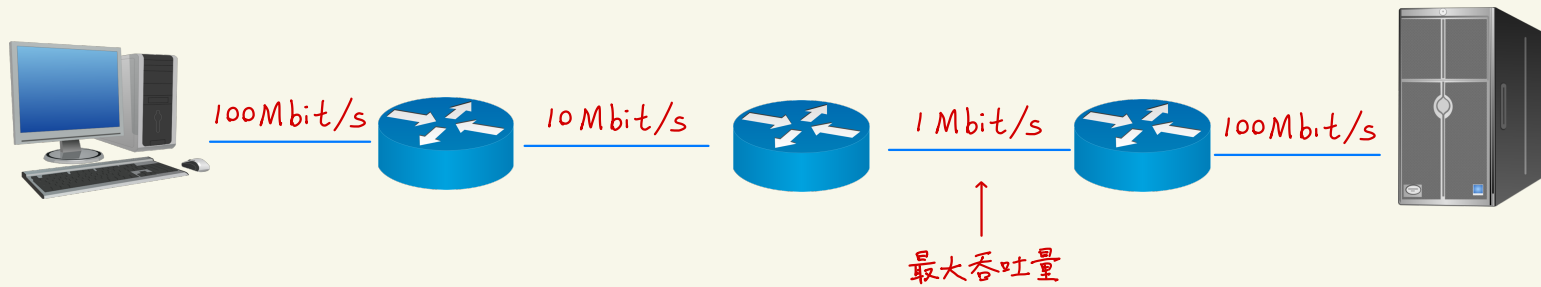
互联网结构



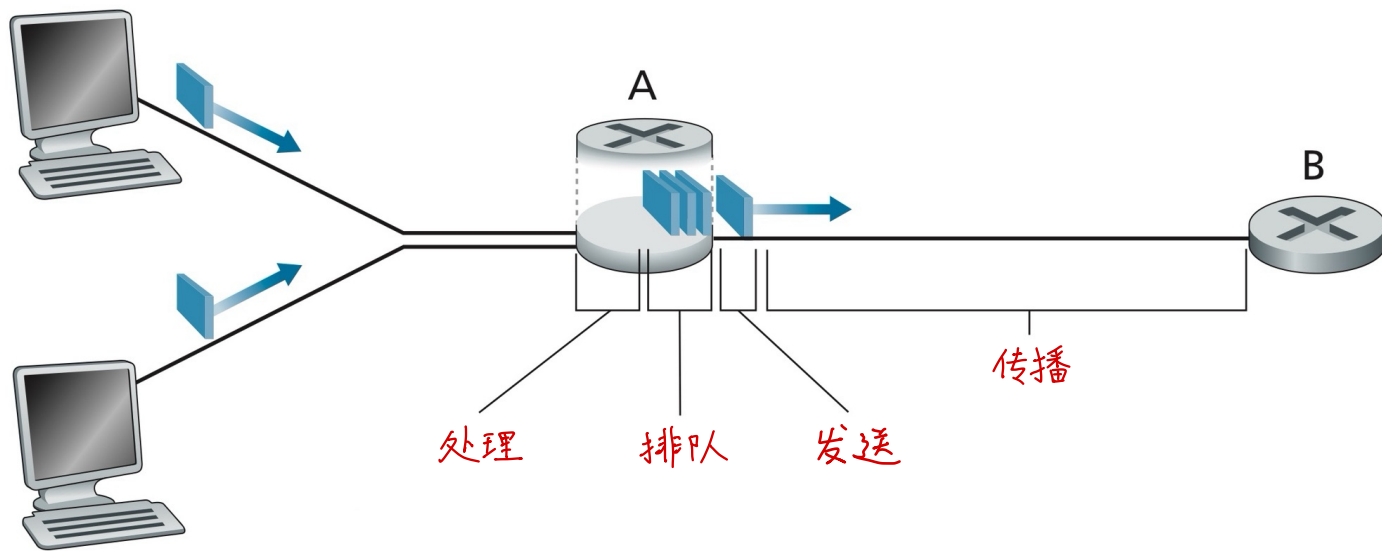
五层结构



带宽/吞吐量



时延





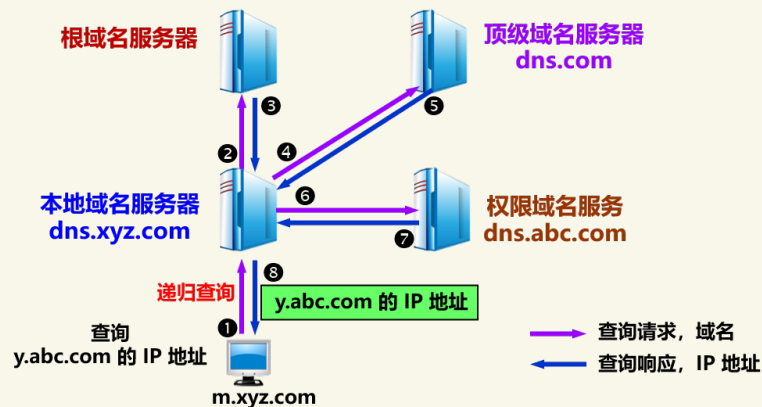
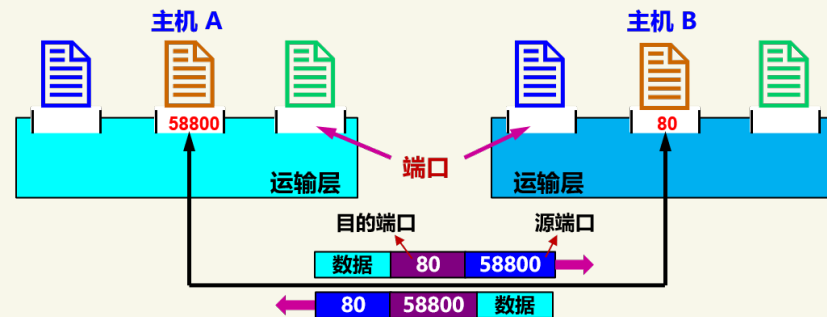
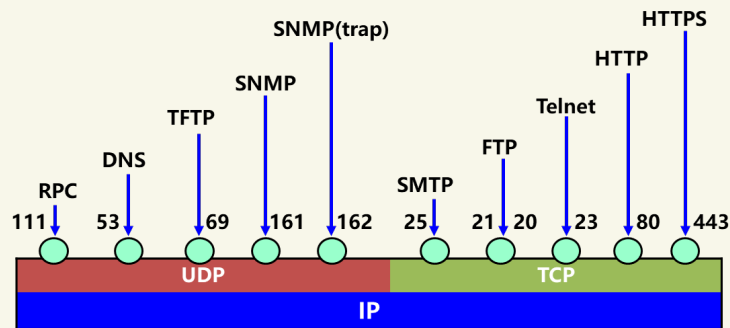
计算机网络 (第 8 版)

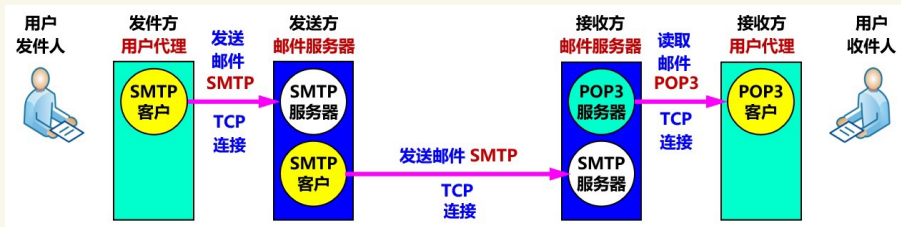
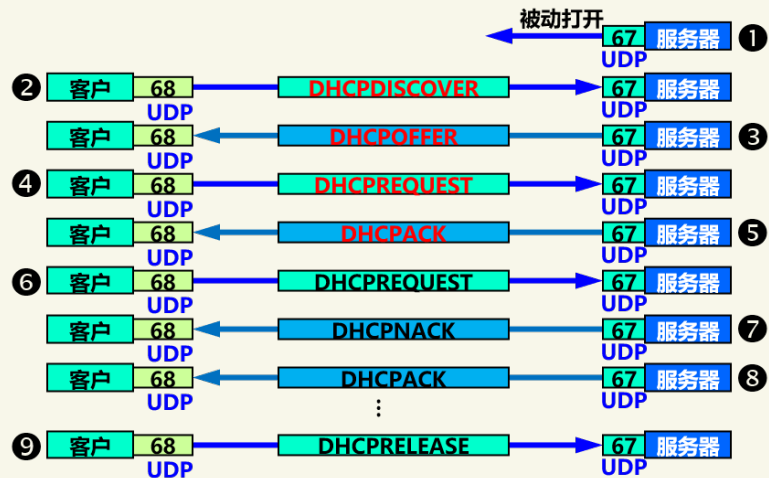
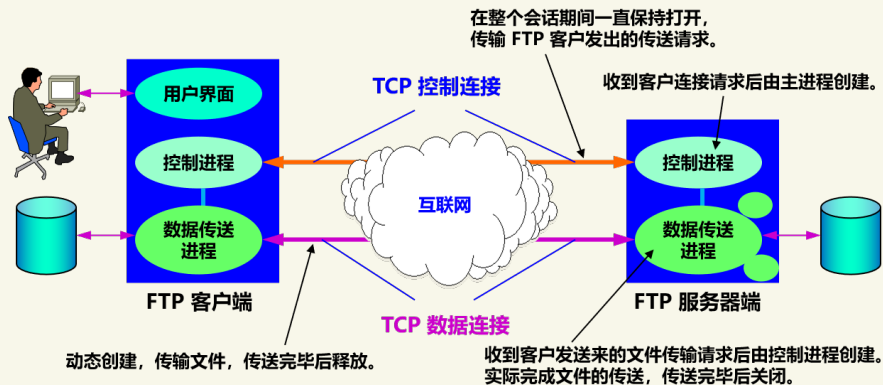
谢希仁 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第 6 章 应用层







计算机网络 (第 8 版)

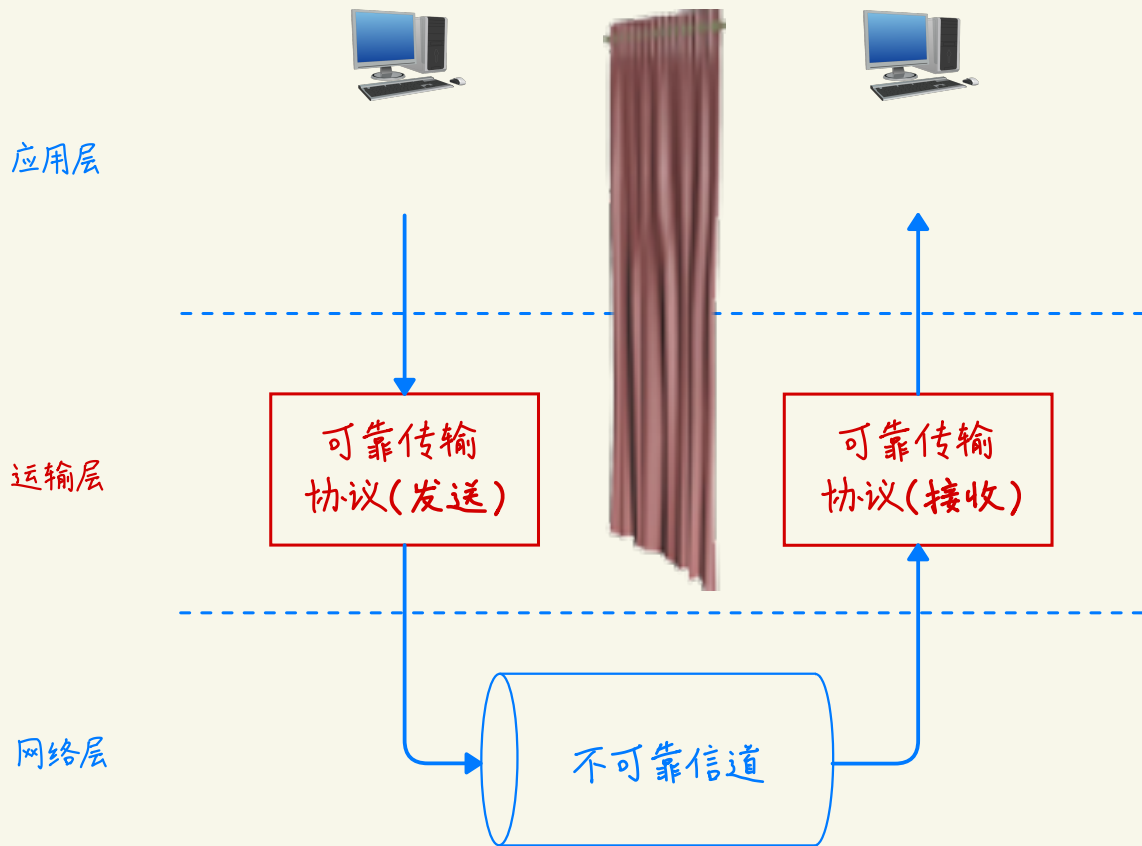
谢希仁 编著



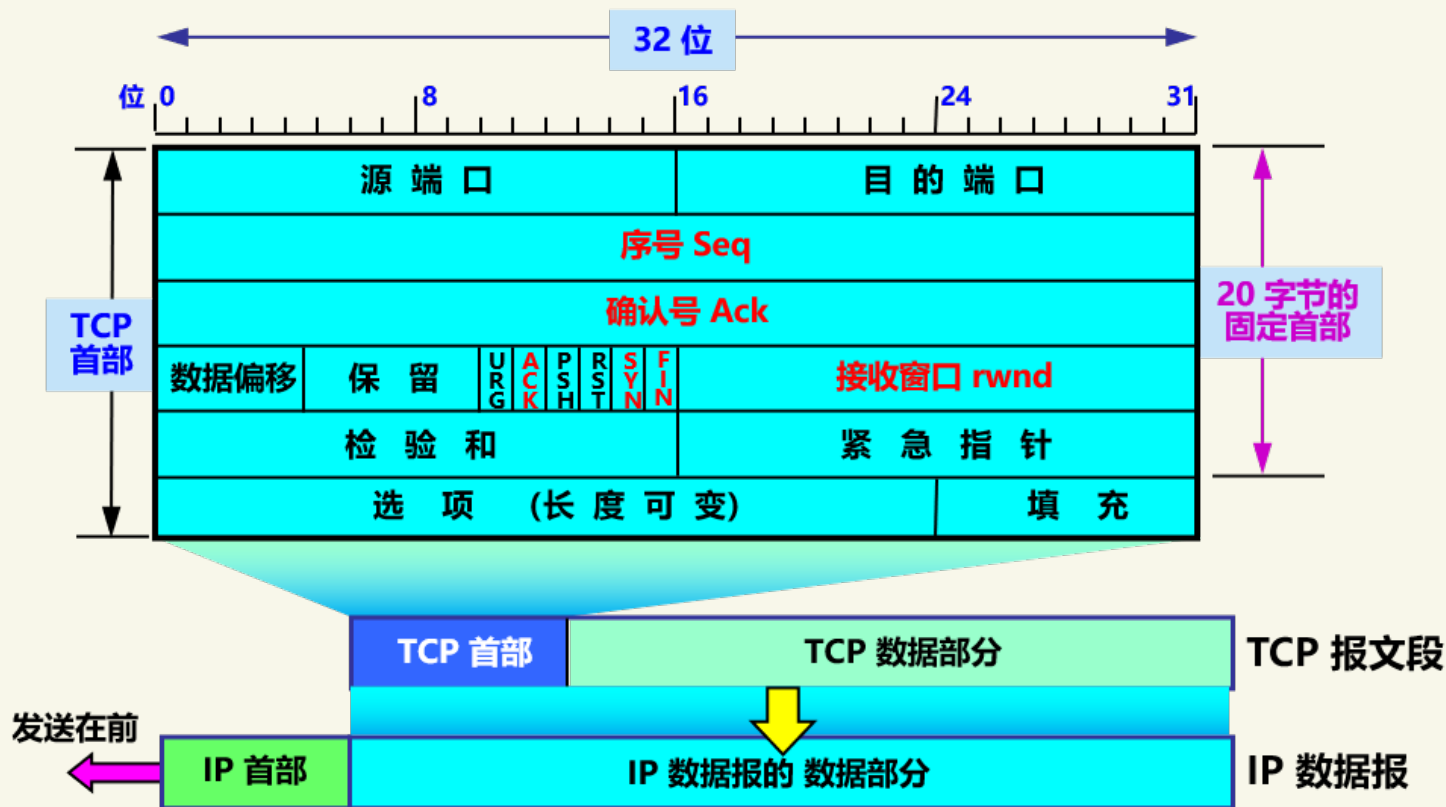
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第 5 章 运输层

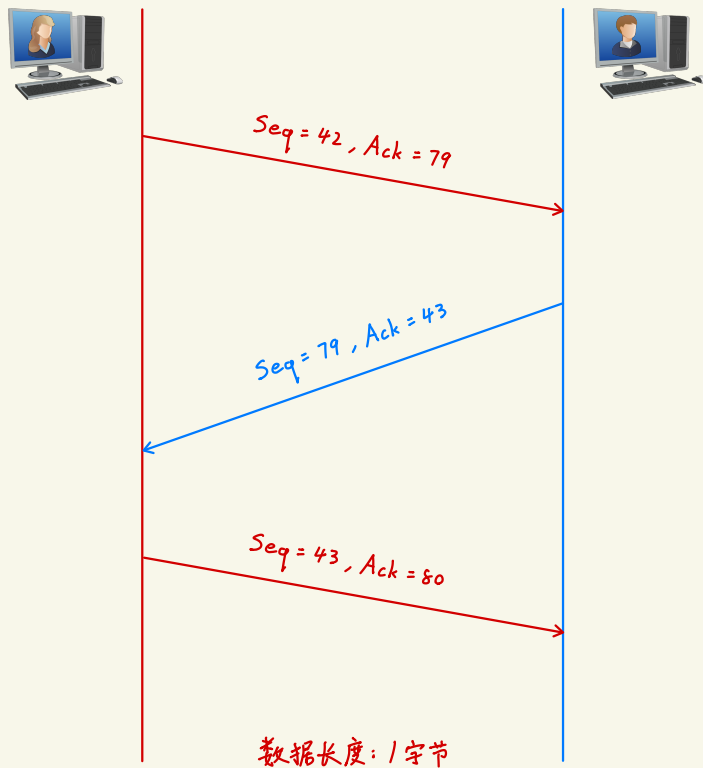
可靠传输



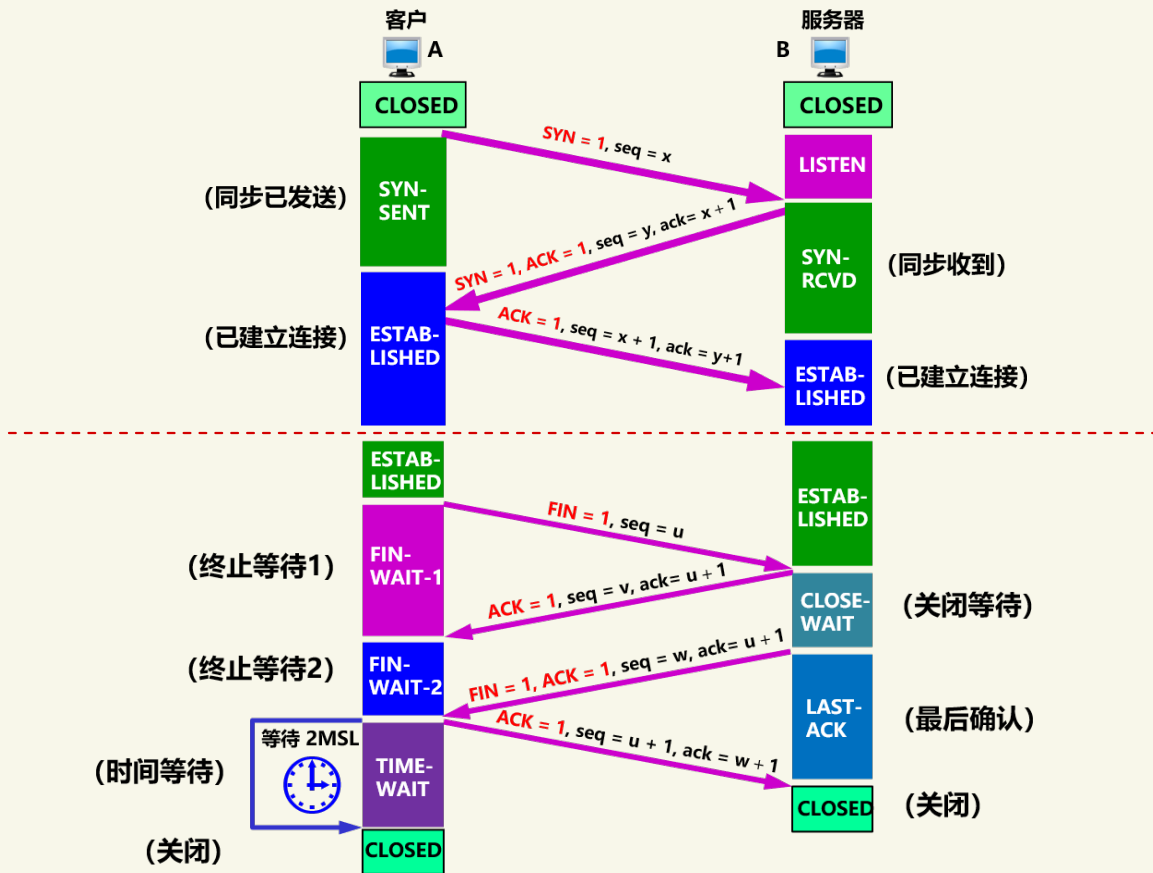
TCP 首部



TCP 序号/确认号



TCP 连接/释放



流量控制



拥塞控制

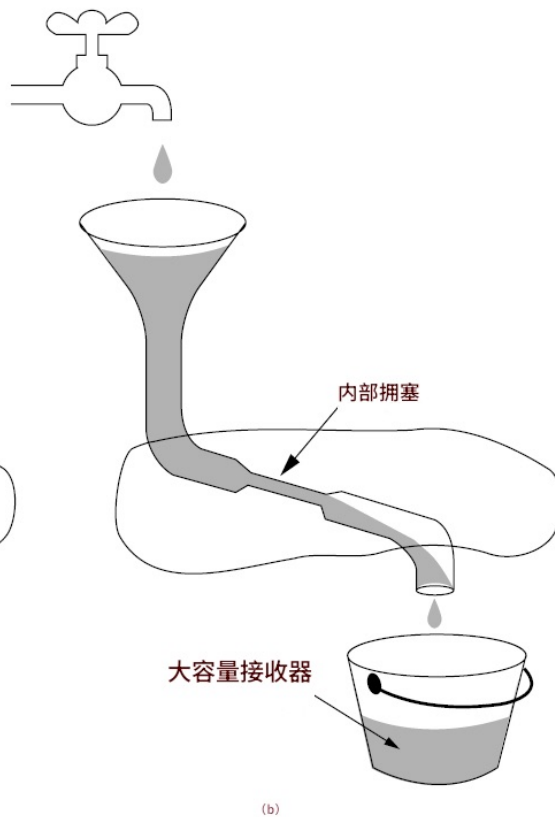
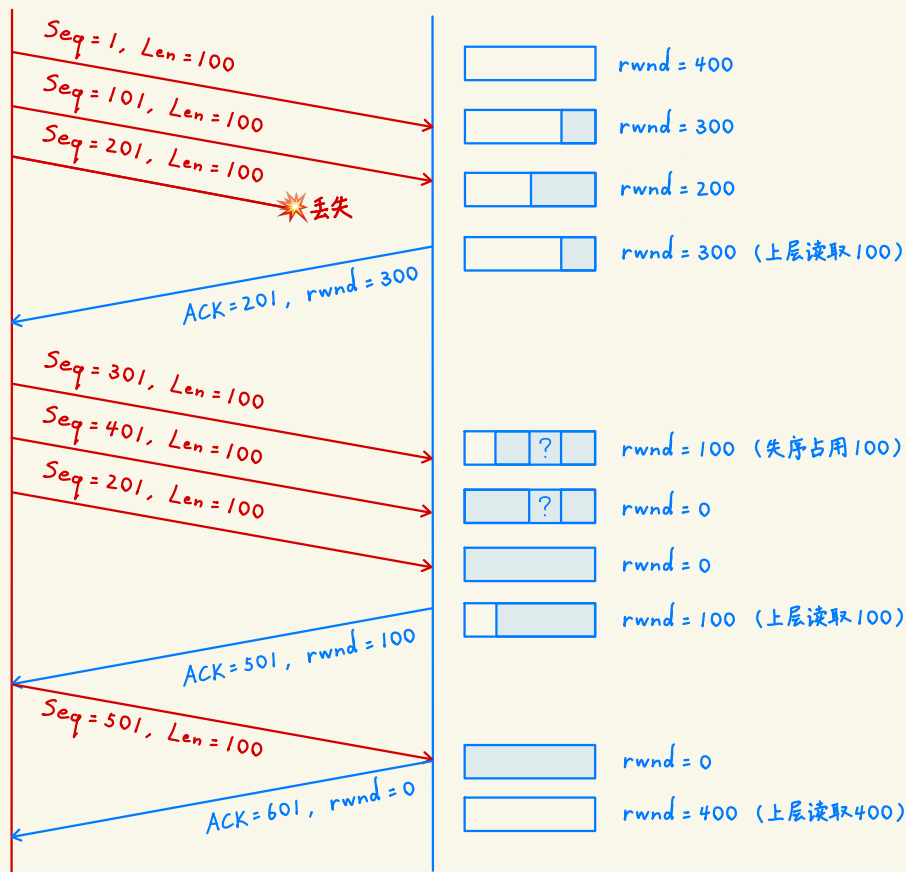


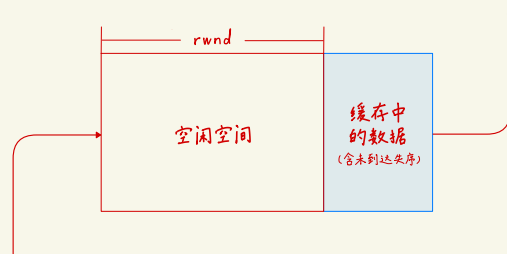
图 6-22。 (a) 快速网络馈送低容量接收器。 (b) 慢速网络馈送高容量接收器

流量控制

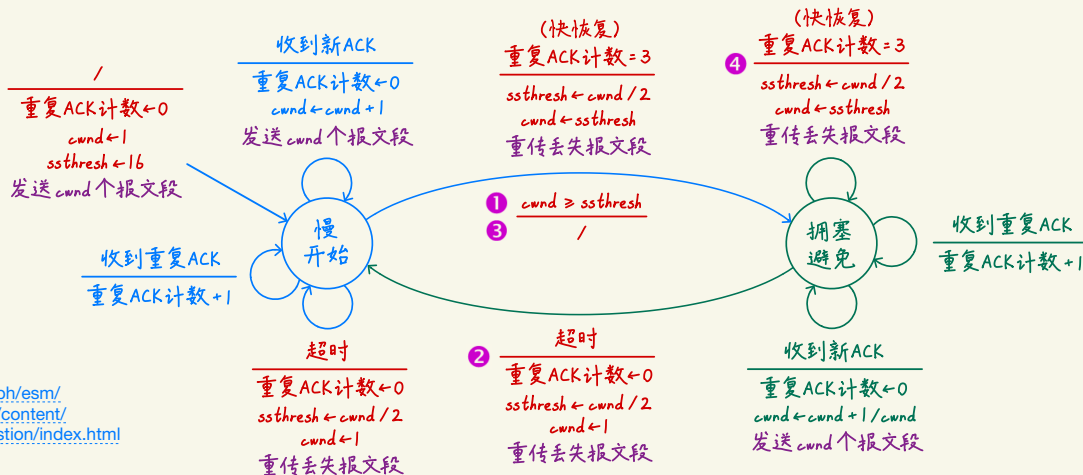


动画

https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs_kurose_compnetwork_8/cw/content/interactiveanimations/flow-control/index.html

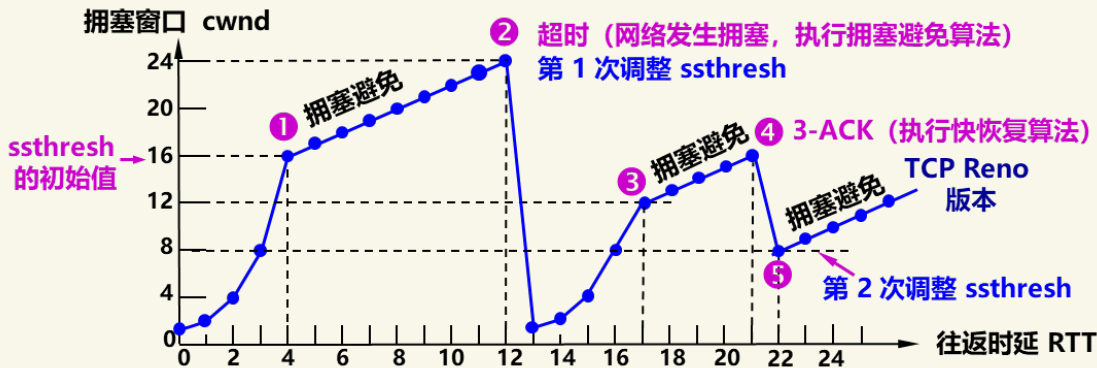


拥塞控制



动画

https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs_kurose_compnetwork_8/cw/content/interactiveanimations/tcp-congestion/index.html





计算机网络 (第 8 版)

谢希仁 编著

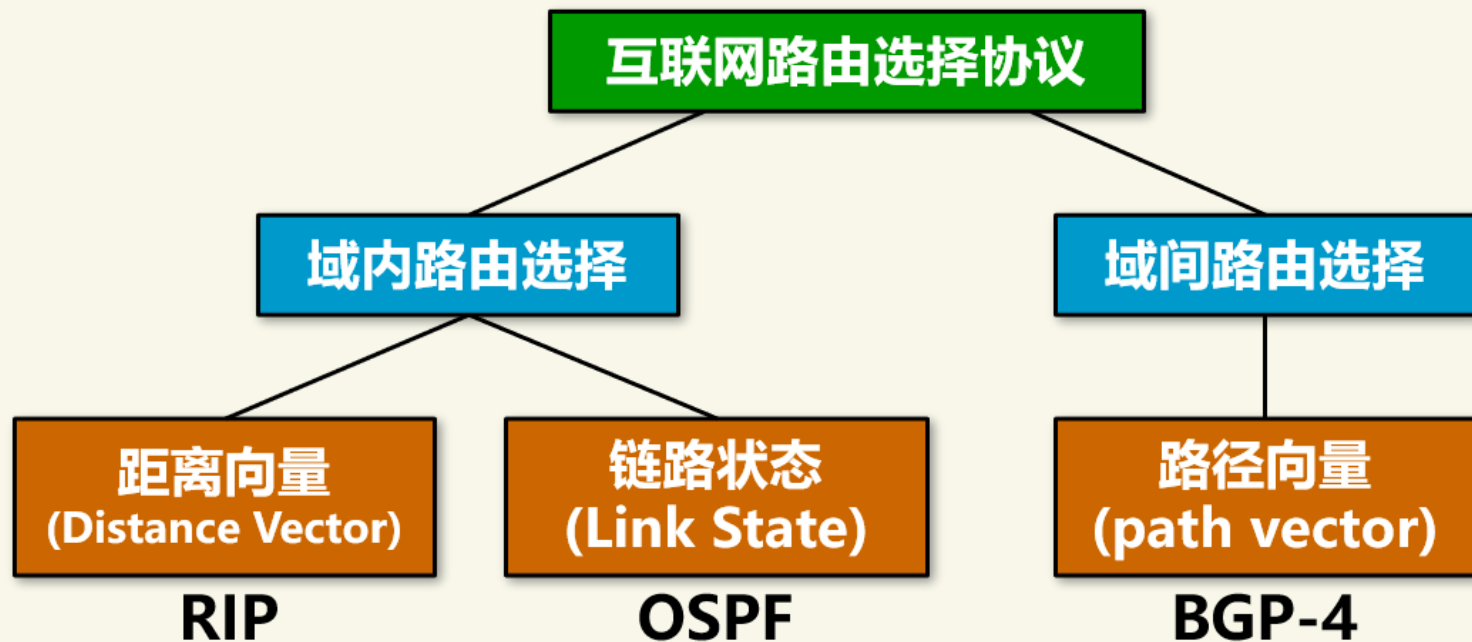


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

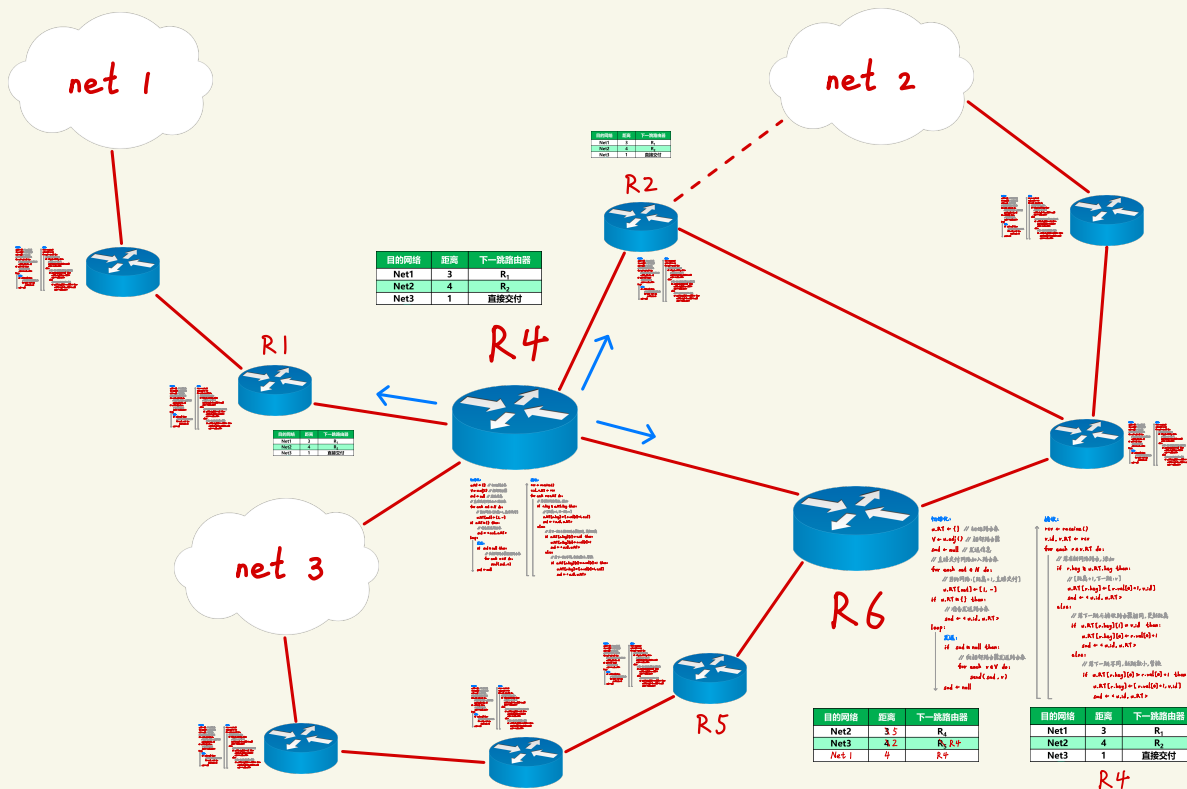
第 4 章 网络层

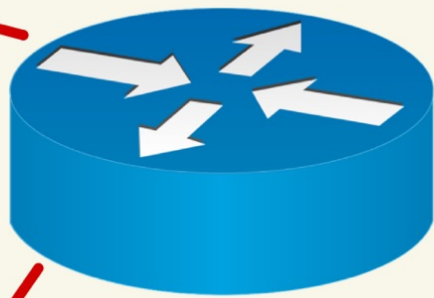
控制层面：路由





DV:RIP





R6

初始化:

```
u.RT ← {} // 初始路由表
V ← u.adj() // 相邻路由器
snd ← null // 发送信息
// 直接交付网络加入路由表
for each net ∈ N do:
    // 目的网络:[距离=1,直接交付]
    u.RT[net] ← [1, -]
if u.RT ≠ {} then:
    // 准备发送路由表
    snd ← < u.id, u.RT >
loop:
    发送:
    if snd ≠ null then:
        // 向相邻路由器发送路由表
        for each v ∈ V do:
            send(snd, v)
        snd ← null
```

接收:

```
rcv ← receive()
v.id, v.RT ← rcv
for each r ∈ v.RT do:
    // 若有新网络路由, 添加 ①
    if r.key ≠ u.RT.key then:
        // [距离+1, 下一跳: v]
        u.RT[r.key] ← [r.val[0] + 1, v.id]
        snd ← < u.id, u.RT >
    else:
        // 若下一跳与接收路由器相同, 更新距离 ②
        if u.RT[r.key][1] = v.id then:
            u.RT[r.key][0] ← r.val[0] + 1
            snd ← < u.id, u.RT >
        else:
            // 若下一跳不同, 新跳数小, 替换 ③
            if u.RT[r.key][0] > r.val[0] + 1 then:
                u.RT[r.key] ← [r.val[0] + 1, v.id]
                snd ← < u.id, u.RT >
```

网络	距离	下一跳
key	val[0]	val[1]

②

③

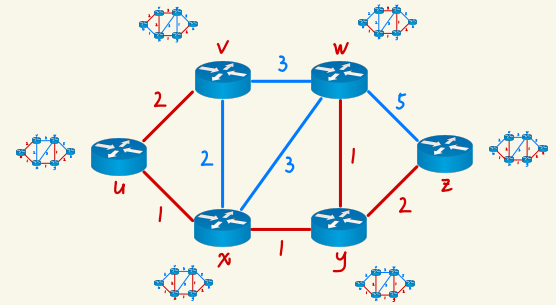
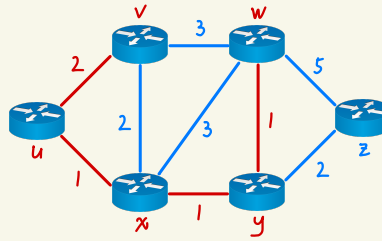
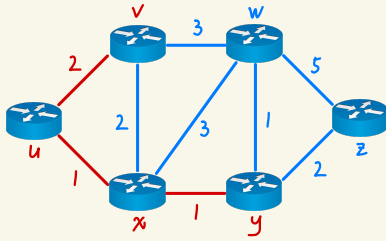
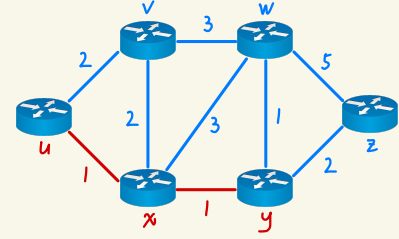
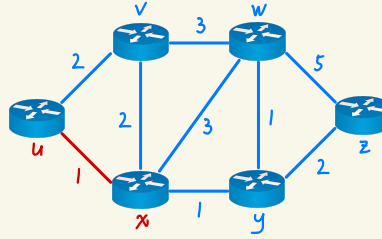
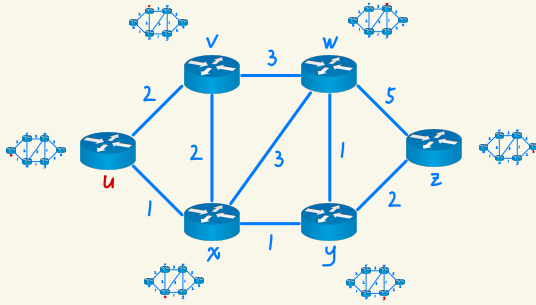
①

目的网络	距离	下一跳路由器
Net2	3 5	R ₄
Net3	4 2	R₅ R ₄
Net1	4	R ₄

目的网络	距离	下一跳路由器
Net1	3	R ₁
Net2	4	R ₂
Net3	1	直接交付

R4

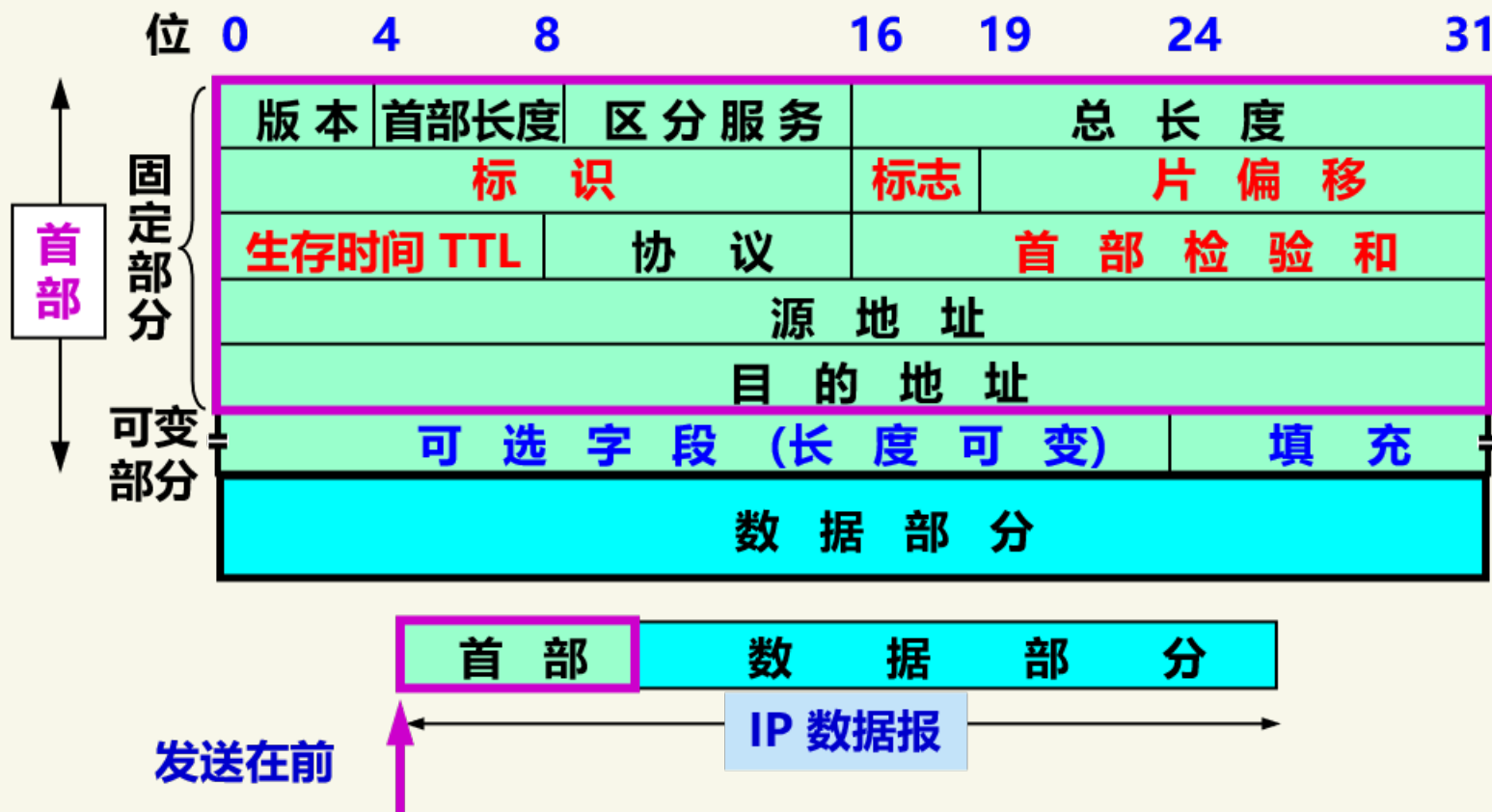
LS: OSPF: Dijkstra



数据层面：转发



IPv4 首部



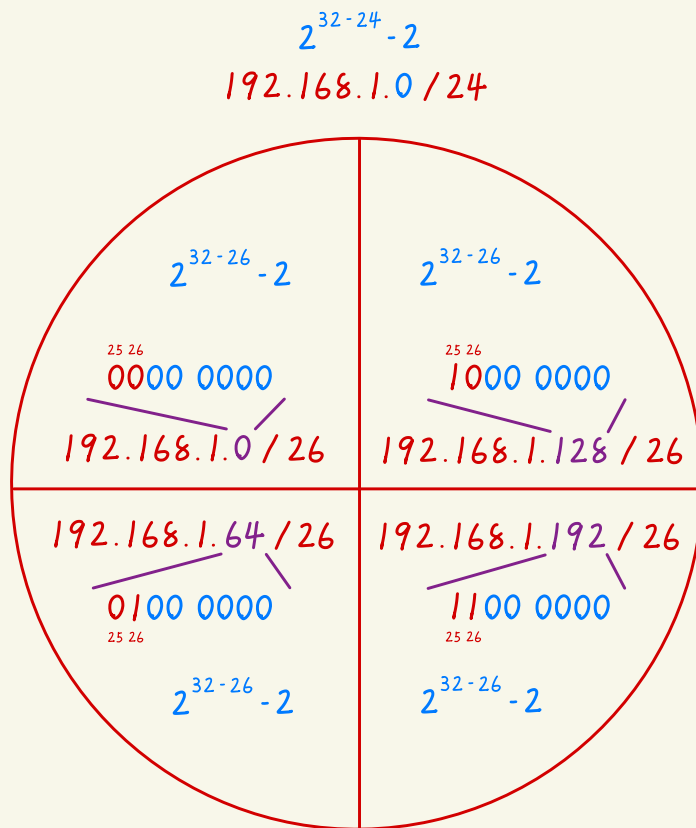
最长前缀匹配

	128	.	1	.	2	.	196
目的主机 IP 地址	10000000	00000001	00000010	11000100			
128.1.2.192/26 的最小地址	10000000	00000001	00000010	11000000			
128.1.2.192/26 的最大地址	10000000	00000001	00000010	11111111			
128.1.2.128/25 的最小地址	10000000	00000001	00000010	10000000			
128.1.2.128/25 的最大地址	10000000	00000001	00000010	11111111			

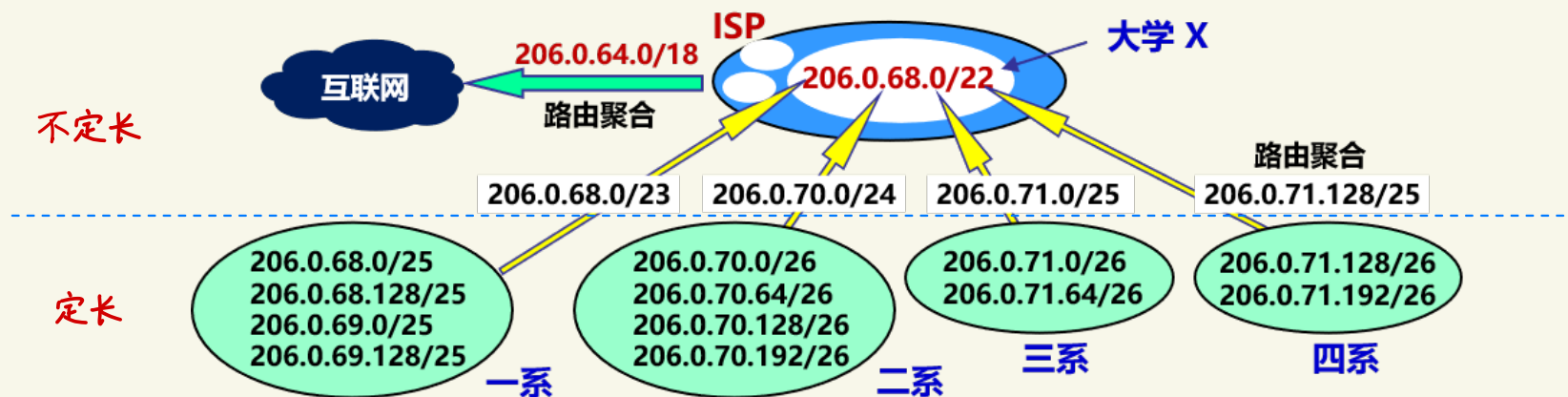
网络前缀越长，其地址块就越小，路由就越具体(more specific)

可以把前缀最长的排在转发表的第 1 行，以加快查表

CIDR 子网划分(定长)

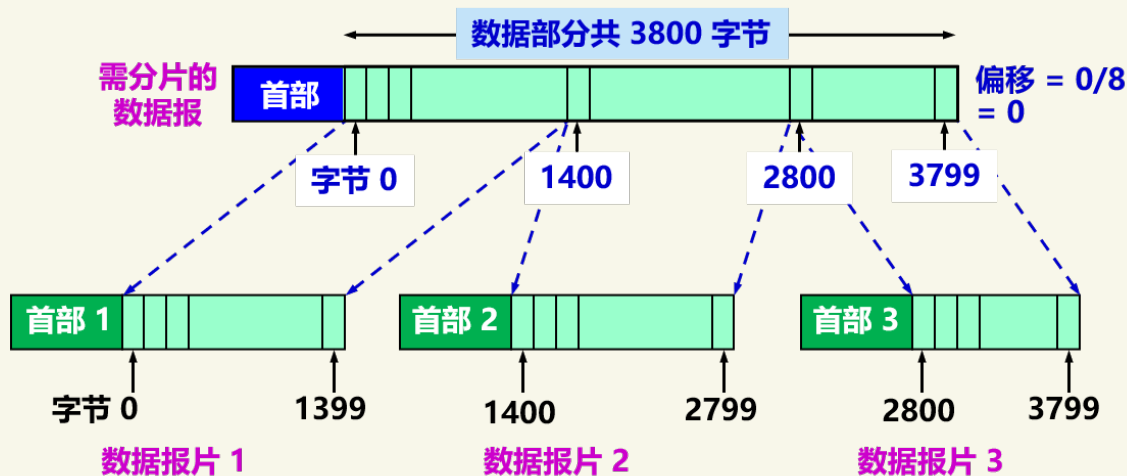


CIDR 子网划分(不定长)



单位	地址块	二进制表示的地址块	相当于 C 类网络数
ISP	206.0.64.0/18	11001110.00000000.01*	64
大学	206.0.68.0/22	11001110.00000000.010001*	4
一系	206.0.68.0/23	11001110.00000000.0100010*	2
二系	206.0.70.0/24	11001110.00000000.01000110.*	1
三系	206.0.71.0/25	11001110.00000000.01000111.0*	1/2
四系	206.0.71.128/25	11001110.00000000.01000111.1*	1/2

分片



	总长度	标识	MF	DF	片偏移
原始数据报	3820	12345	0	0	0
数据报片1	1420	12345	1	0	0
数据报片2	1420	12345	1	0	175
数据报片3	1020	12345	0	0	350

IPv4 首部校验和

发送方:求校验和

字 1 : 0×BBB5

字 2 : 0×8F0C

	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
+	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1

校验和: 0×B53D

接收方:验证

字 1 : 0×BBB5

字 2 : 0×8F0C

校验和: 0×B53D

	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
+	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
+	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

若出现0,分组出错

缺陷:

字 1 : 0×BFB5

字 2 : 0×8B0C

校验和: 0×B53D

	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
+	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
+	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

???



计算机网络（第 8 版）

谢希仁 编著

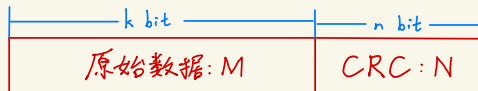


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第 3 章

数据链路层

CRC



P: 生成多项式 $n+1$ bit

发送方/接收方共识

例: CRC-8-书 = $x^8 + x^7 + x^5 + x^2 + x^1 + x^0$
 8 bit 1 1010 0111 9 bit

模2运算: 加法/减法 → 按位异或

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

仅比位数

发送方

$$N = \text{余数}(M \cdot 2^n / P)$$

例: $M = 101110$, $P = 1001$, $n = 3$

$$\begin{array}{r}
 101011 \\
 1001 \overline{) 101110000} \\
 \underline{1001} \\
 101 \\
 \underline{000} \\
 1010 \\
 \underline{1001} \\
 110 \\
 \underline{000} \\
 1100 \\
 \underline{1001} \\
 1010 \\
 \underline{1001} \\
 011
 \end{array}$$

$N = 011$

接收方

$$\text{余数}(M \cup N / P) \begin{cases} = 0 & \text{接受} \\ \neq 0 & \text{丢弃} \end{cases}$$

例: $M \cup N = 101110011$, $P = 1001$

$$\begin{array}{r}
 101011 \\
 1001 \overline{) 101110011} \\
 \underline{1001} \\
 101 \\
 \underline{000} \\
 1010 \\
 \underline{1001} \\
 110 \\
 \underline{000} \\
 1101 \\
 \underline{1001} \\
 1001 \\
 \underline{1001} \\
 0
 \end{array}$$

$M = 101110$, 接受

透明传输: 字节填充 (PPP)

发送方

需要转义: $0x00 \sim 0x1F, 0x7D, 0x7E$

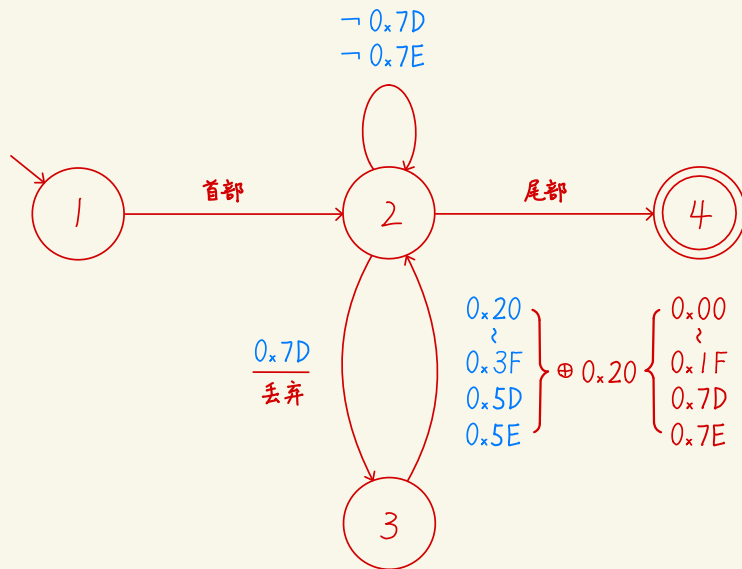
按位异或 $0x20$, 字节前填充 $0x7D$

A	B	$A \oplus B$
0	1	1
1	1	0

例: $0x7D$ 0 1 1 1 1 1 0 1
 $0x20$ $\oplus$ 0 0 1 0 0 0 0 0

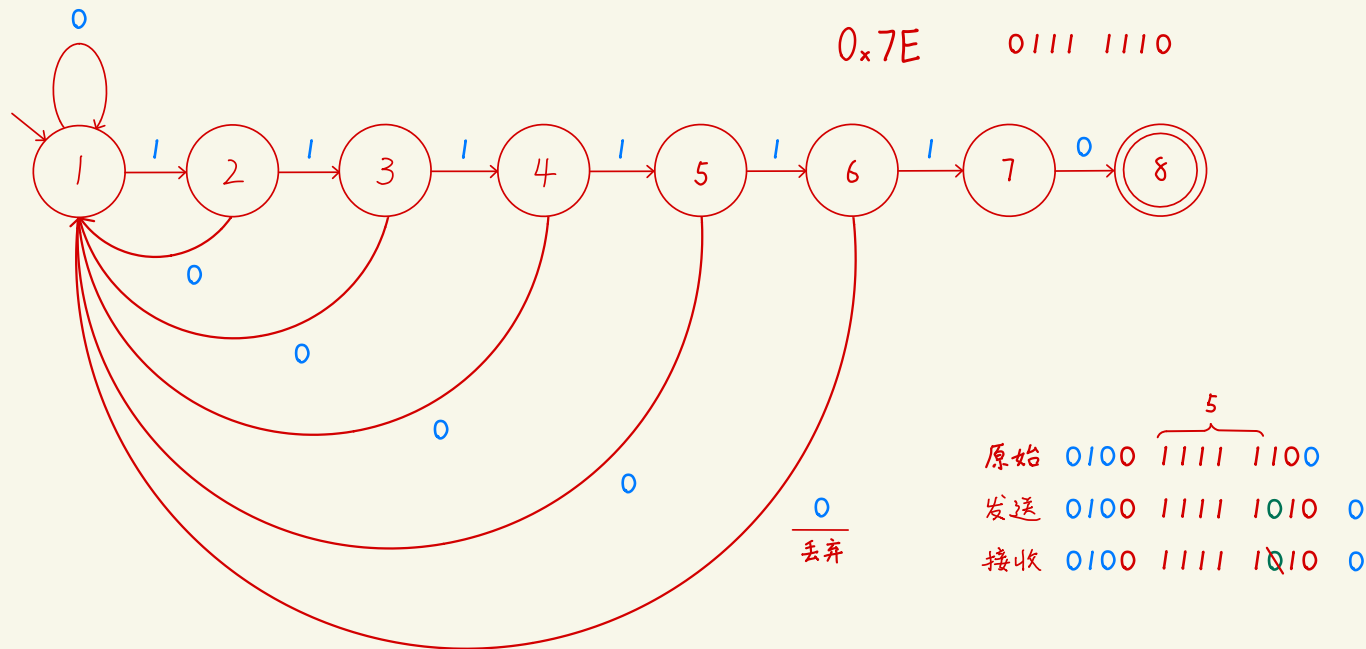
 $0x5D$ 0 1 0 1 1 1 0 1

接收方

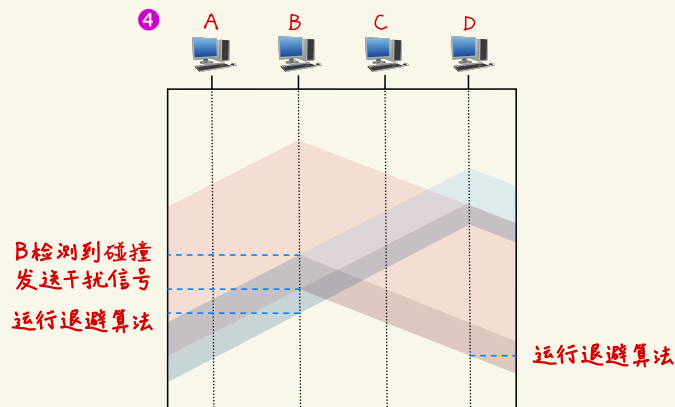
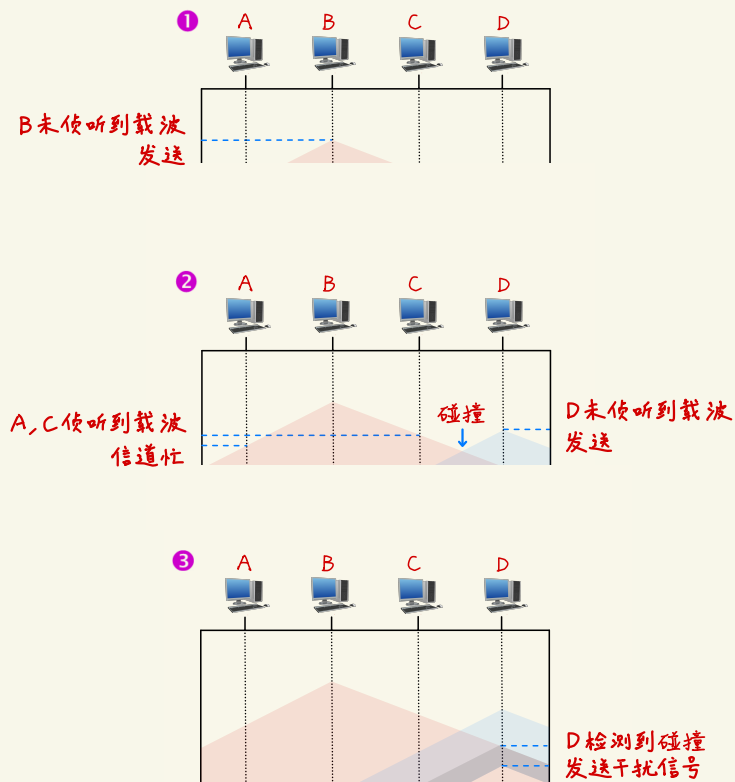


透明传输：零比特填充 (PPP)

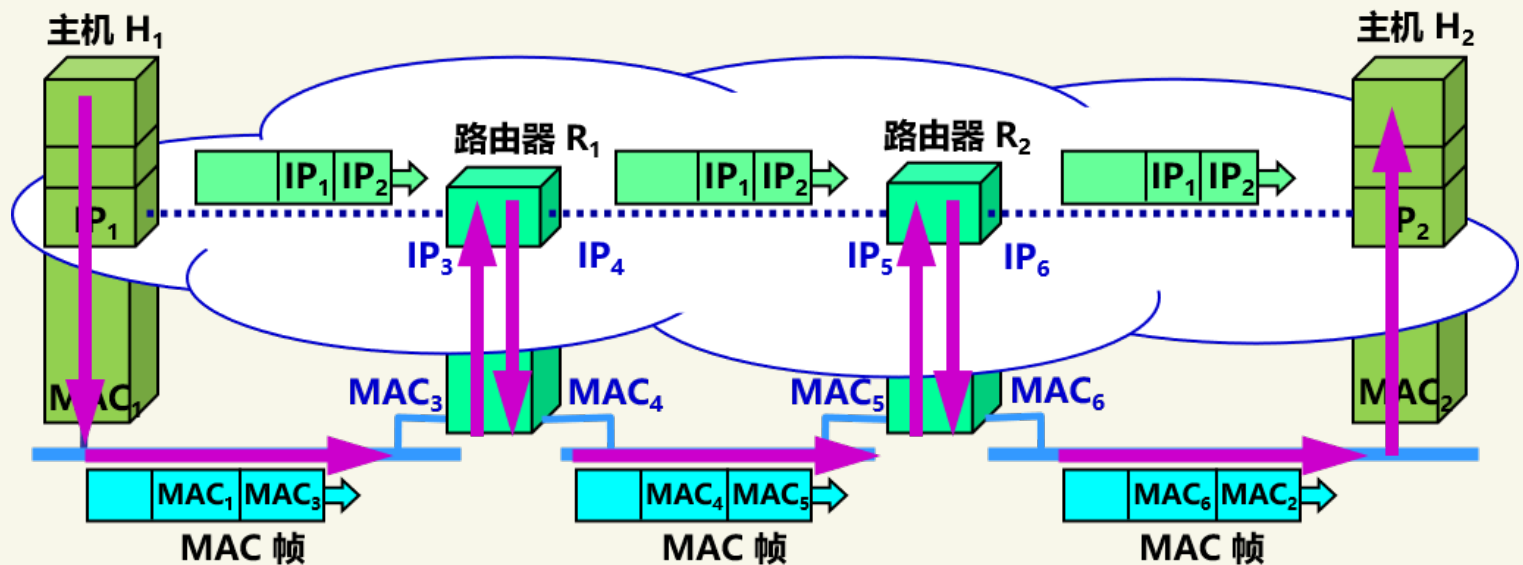
接收方



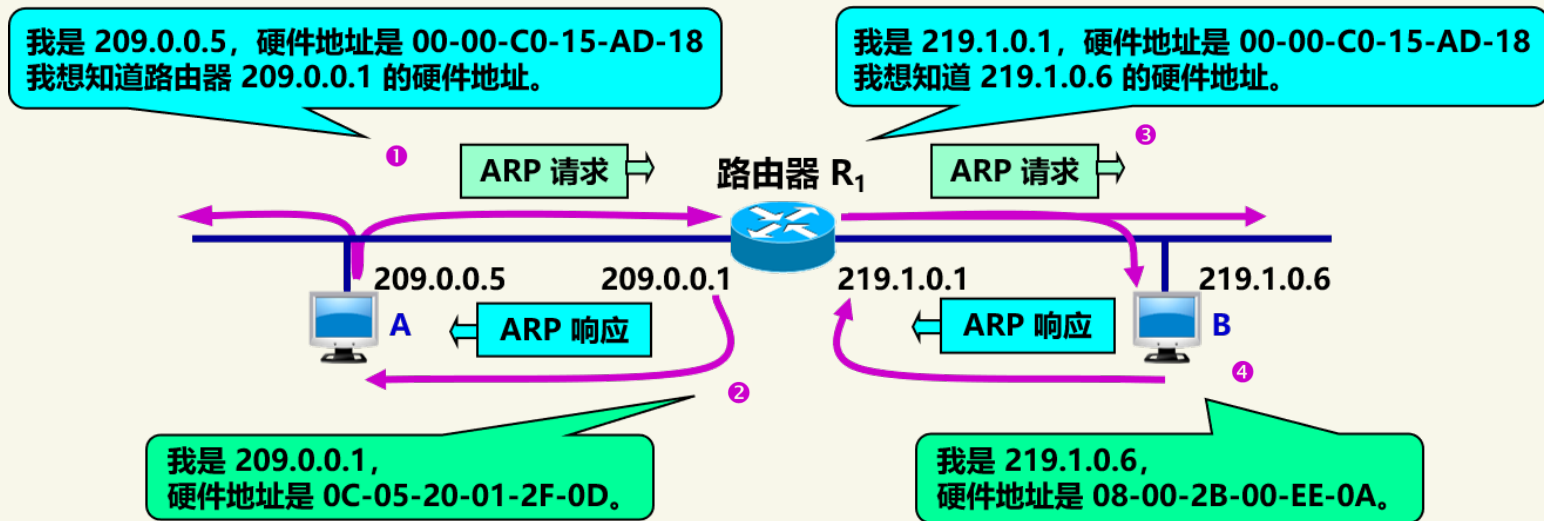
CSMA/CD



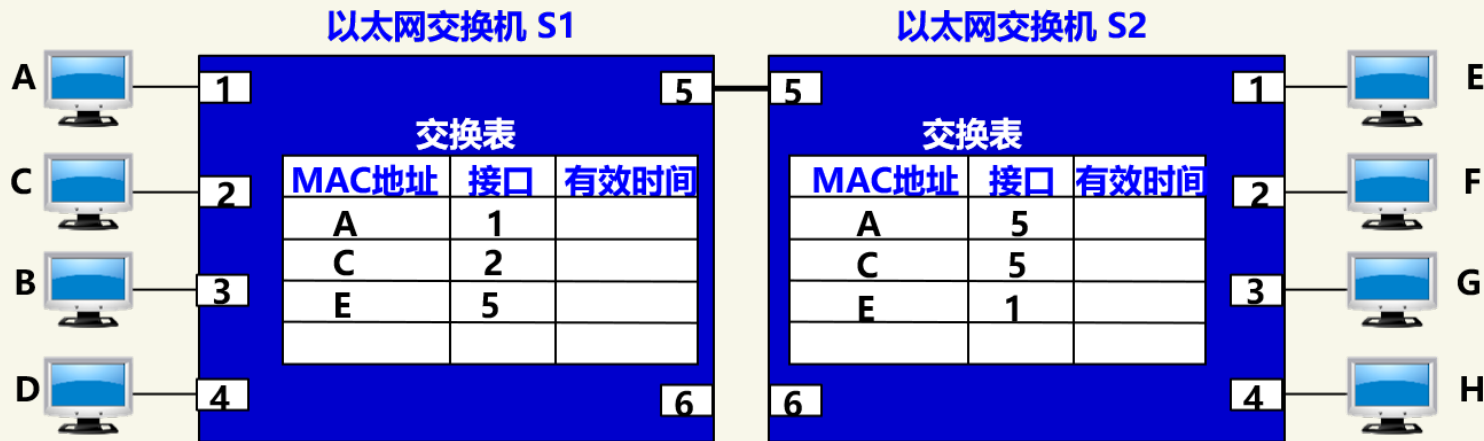
```
R ← 2 // 初始退避参数上限
k ← 0 // 碰撞次数
send(msg)
if collision_detected() then:
  loop until k = 16: // 碰撞次数上限
    k ← k + 1
    r ← rand({0..R-1})
    wait(r · 2τ) // 随机选取等待时间
    send(msg)
    if collision_detected() then:
      // 退避参数上限: 210
      if k ≤ 10 then:
        R ← R · 2
      else:
        return
```



ARP



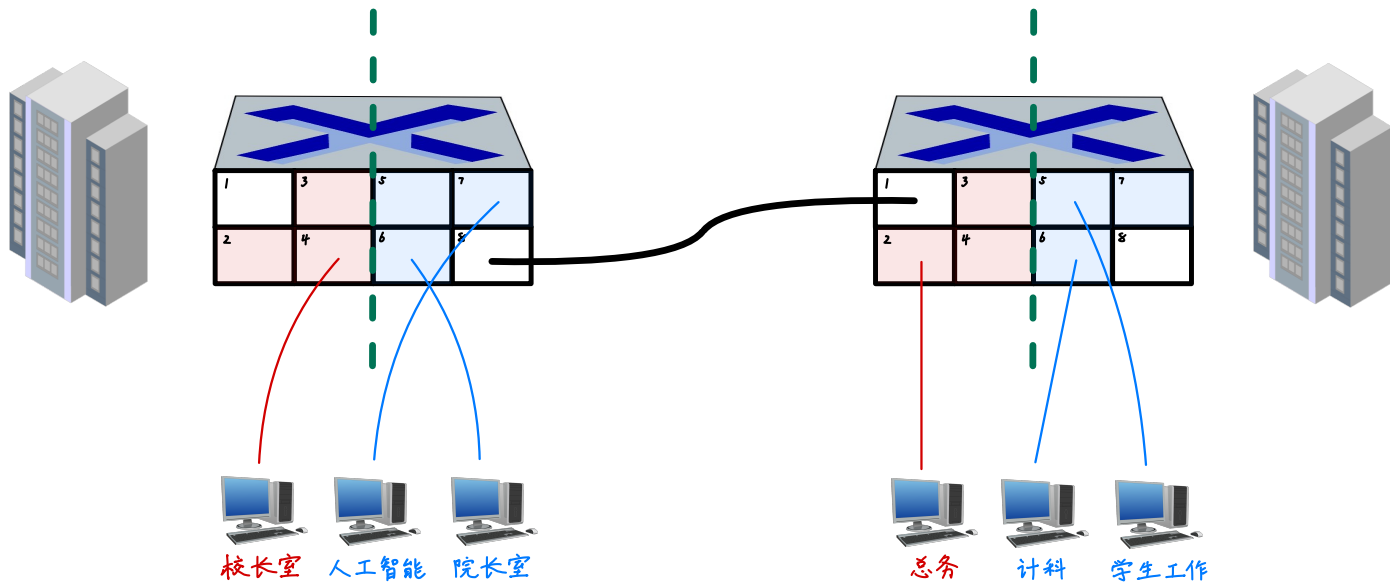
交换表



假设：A 向 B 发送了一帧，C 向 E 发送了一帧，E 向 A 发送了一帧。

请分析：此时，S1 和 S2 的交换表内容分别是什么？

VLAN





计算机网络 (第 8 版)

谢希仁 编著



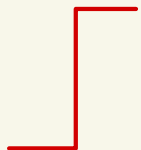
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

第 2 章 物理层

基带调制

曼彻斯特

0



1

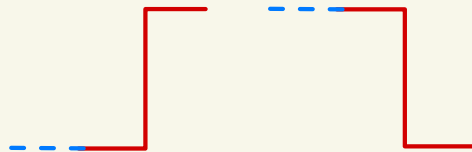


差分曼彻斯特

0

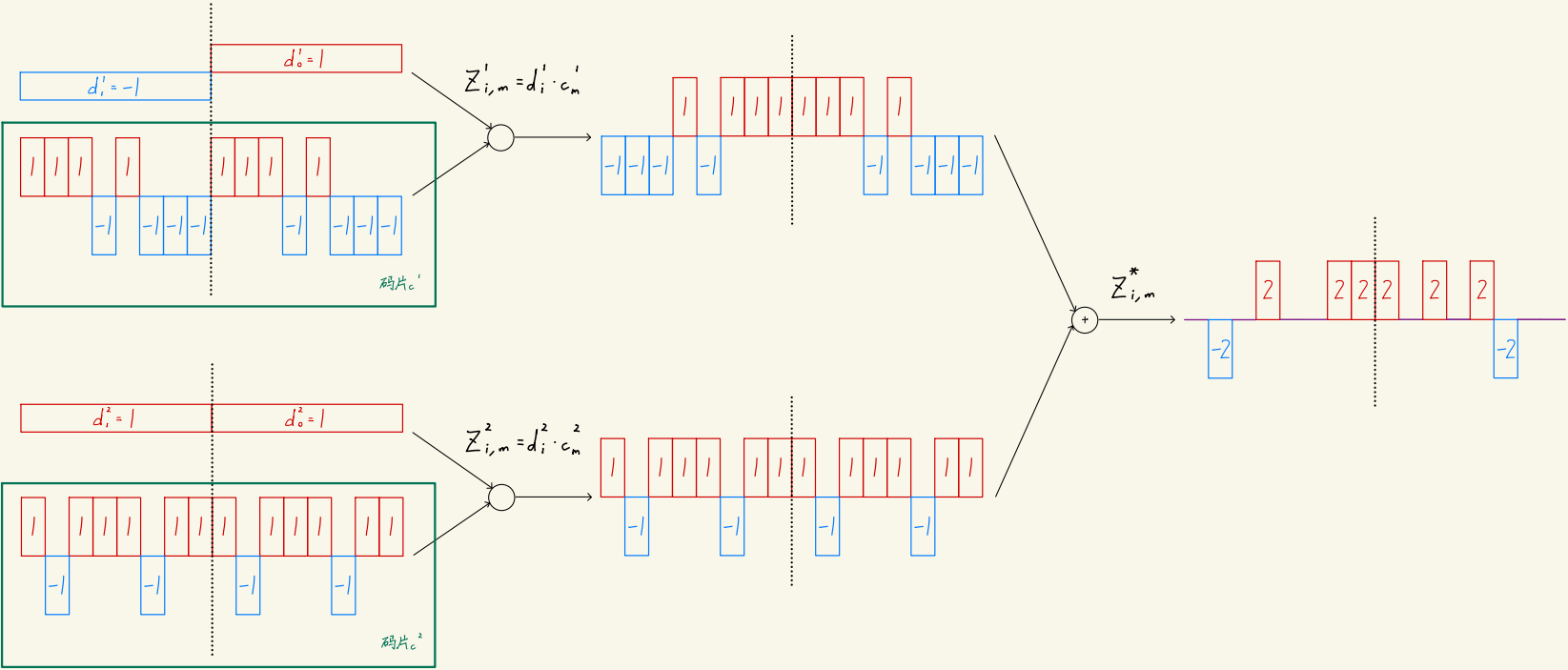


1



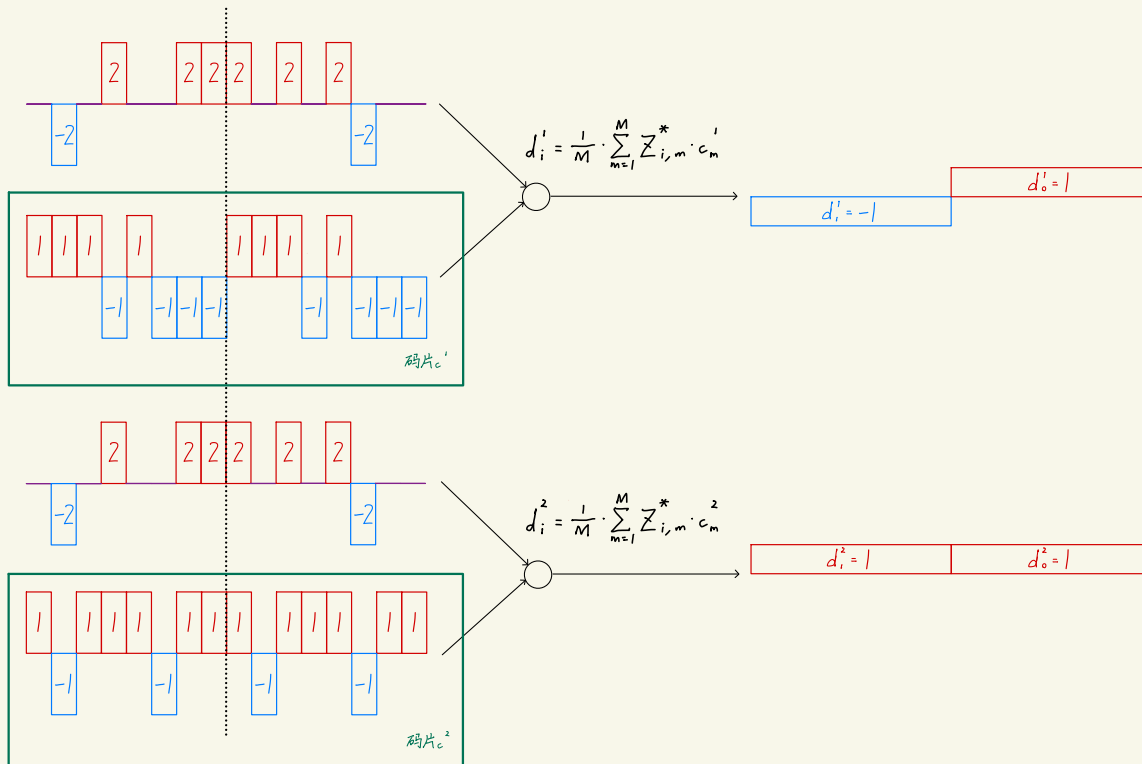
CDMA

发送方

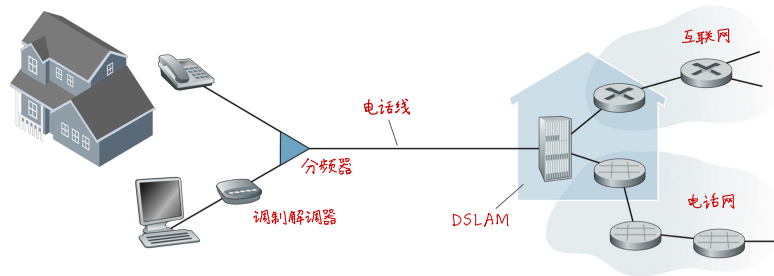


CDMA

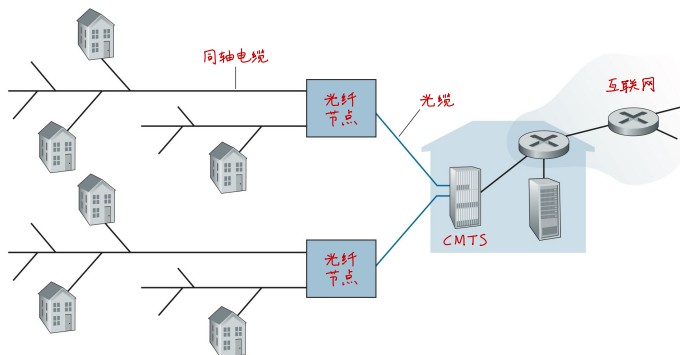
接收方



ADSL



HFC



FTT_x

