



# 第一章 概述

主要参考书



# 本章内容

- ❑ 什么是计算机网络？
- ❑ 什么是因特网？
- ❑ 因特网体系结构
- ❑ 开放系统互连参考模型
- ❑ 网络性能分析

# 什么是计算机网络?

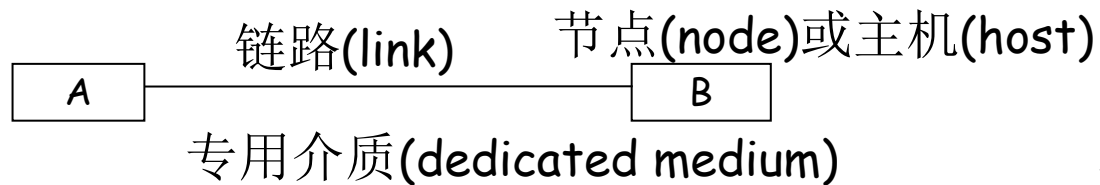
计算机网络(**computer network**)是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统连接起来,以功能完善的网络软件实现网络的硬件、软件及资源共享和信息传递的系统。简单的说即连接两台或多台计算机进行通信的系统。

维基百科

计算机网络是自主计算机的互连集合。

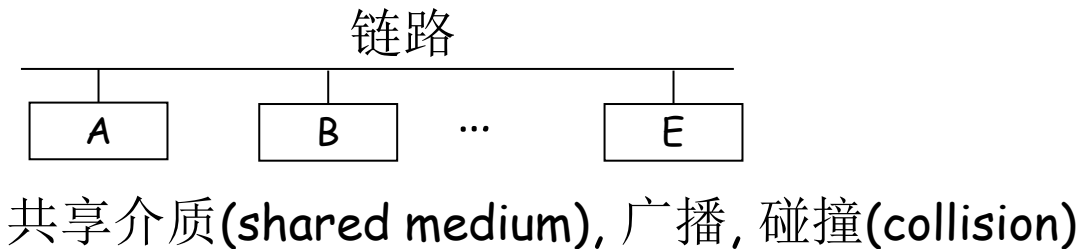
*ANDREW S. TANENBAUM*

# 直接连接的网络



点到点网络  
(point-to-point network)

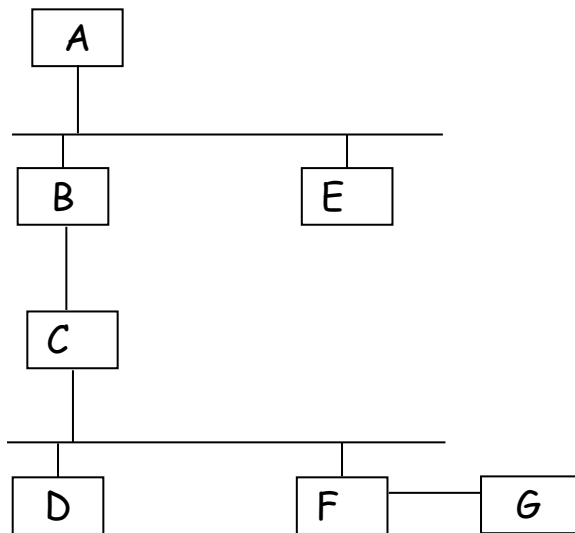
{ 单向(simplesx)  
半双工(half duplex)  
全双工(full duplex)



多路访问网络  
(multiple access network)

{ 单播(unicast)  
多播(multicast)  
广播(broadcast)

# 间接连接的网路



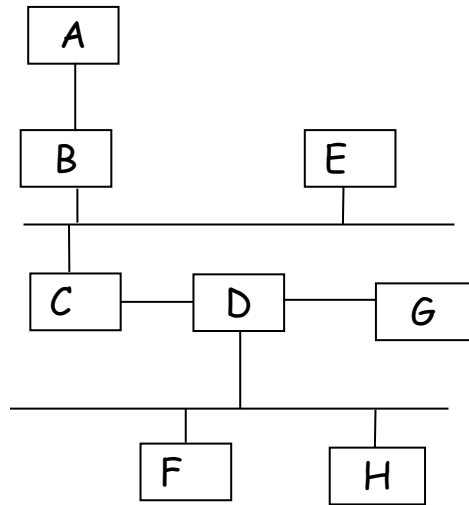
包(packet)

存储转发(store-and-forward)

路由选择(routing)

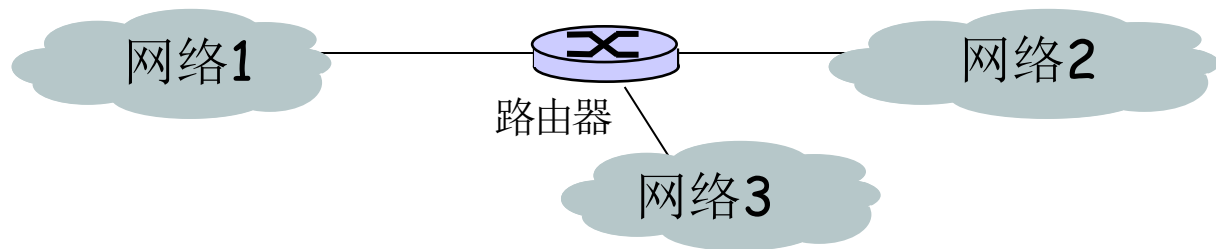
路由表(routing table)

路由(route)



# 网络互连

互连网络(internetwork 或internet)是由用路由器(或网关)连接起来的网络构成的。因特网 (Internet) 是一种互连网络。



系统域网(System Area Network)  
局域网(Local Area Network)  
城域网(Metropolitan Area Network)  
广域网(Wide Area Network)

# 什么是因特网？

## □ 终端系统：主机

- ❖ 运行网络应用程序

## □ 通信链路

- ❖ 光纤, 铜线, 无线电, 卫星
- ❖ 传输速率=带宽

## □ 路由器



电脑



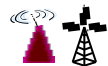
服务器



手提电脑



手机



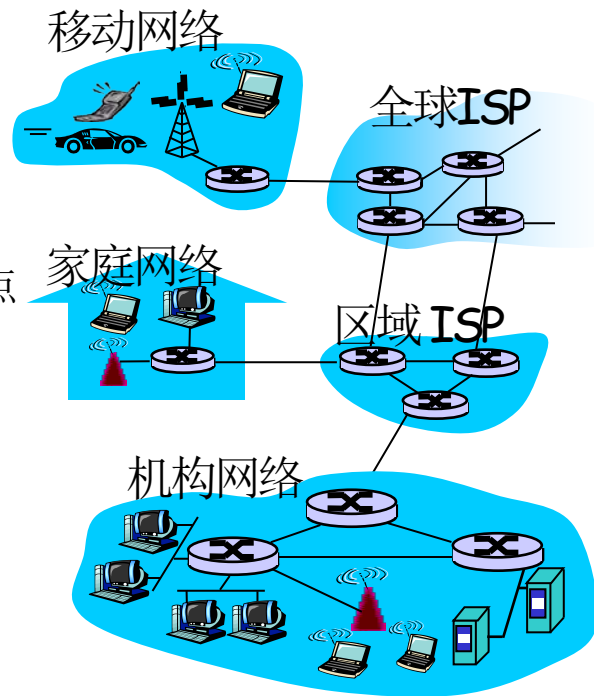
无线接入点



有线链路



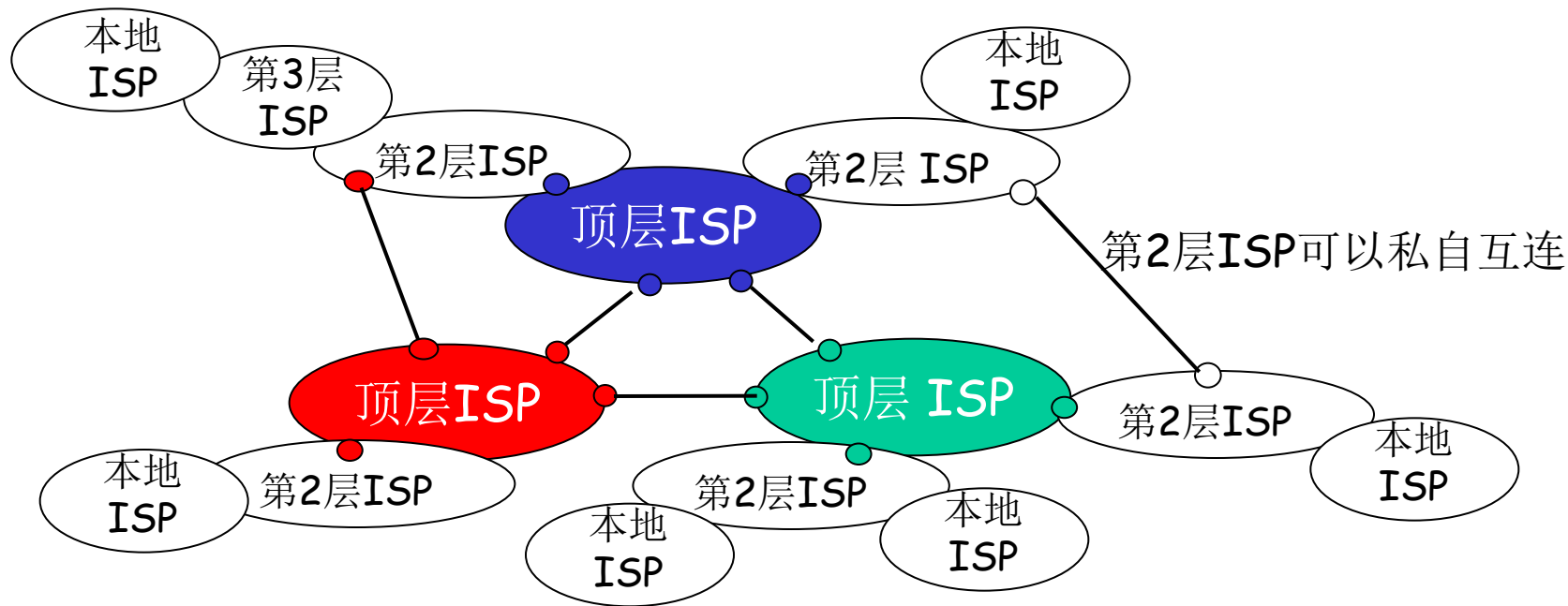
路由器



ISP ( Internet Service Provider)  
因特网服务提供商



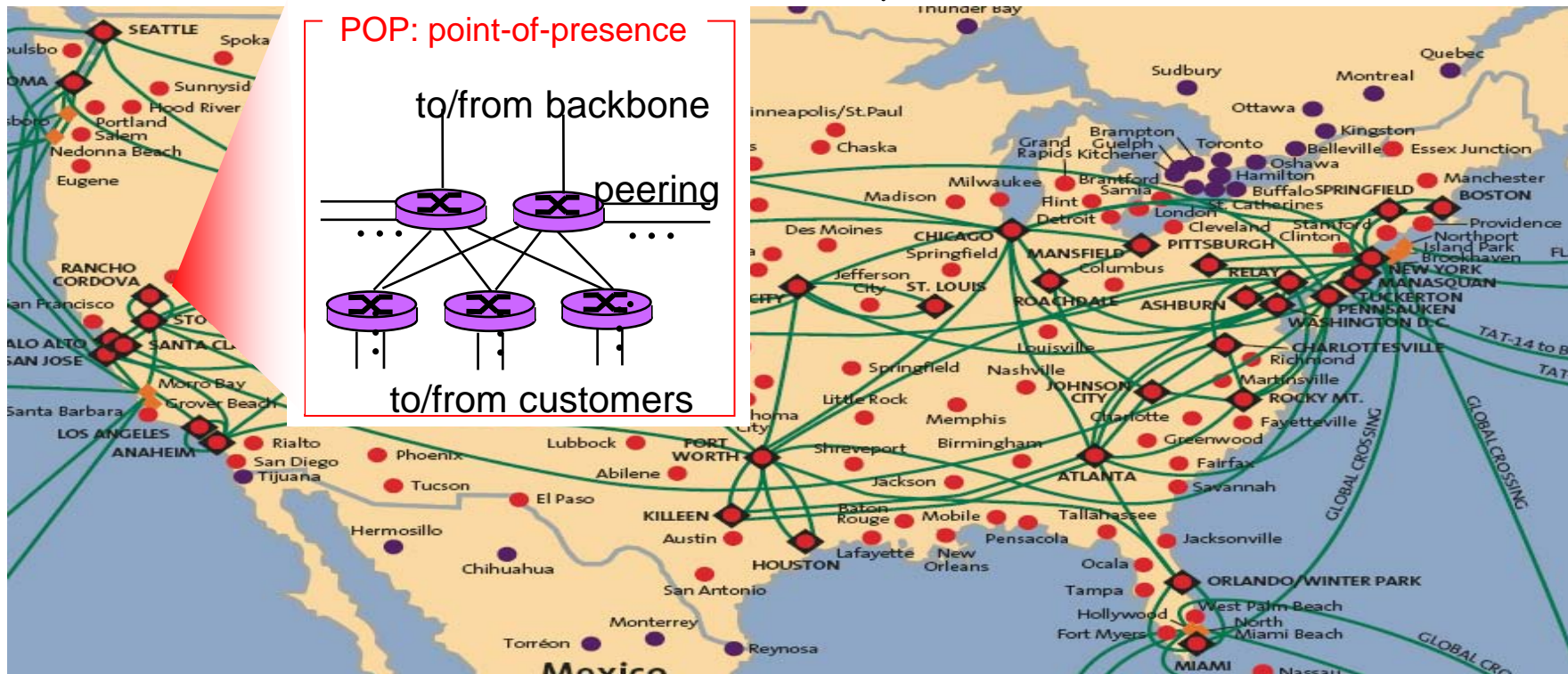
# 因特网的结构(1)



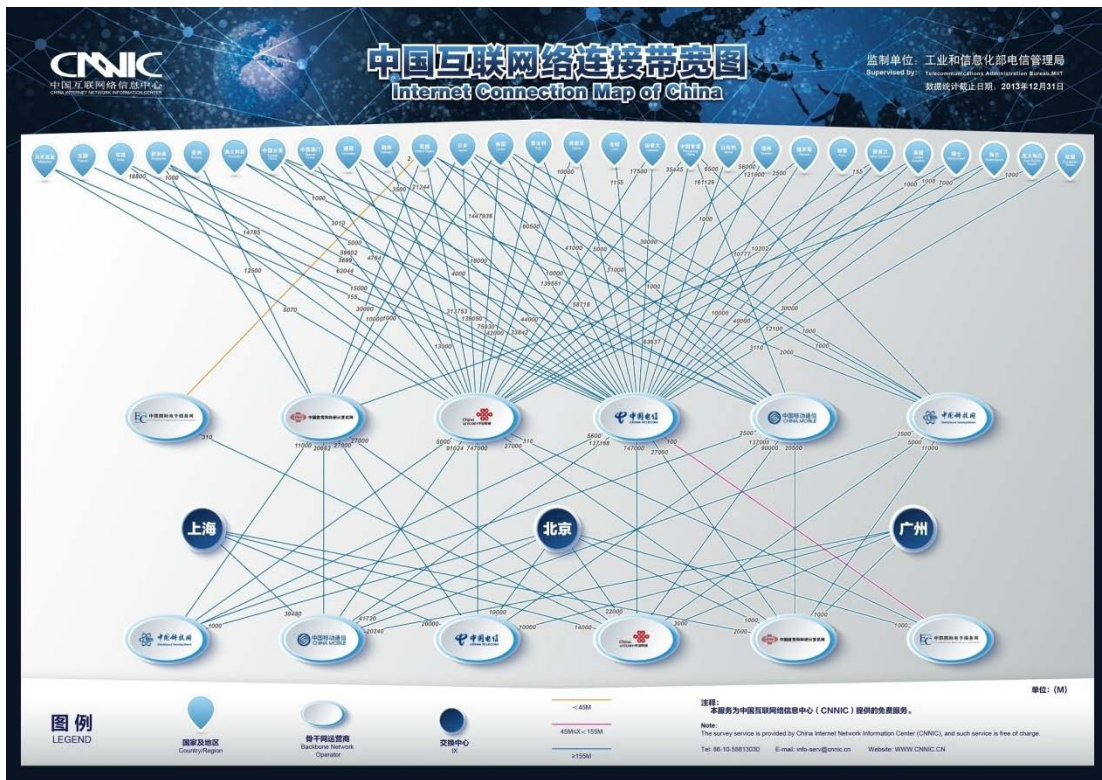
**顶层ISP**也称为主干网。**第2层ISP**是更小的ISP(常常是区域ISP),是顶层ISP的客户,可以连到顶层ISP或其它第2层ISP。终端系统通过一个ISP网络(接入网络)连入互联网。

# 因特网的结构(2)

## ISP-to-ISP connection point



## 因特网的结构(3)



广州

- 中国电信网: 10000Mbps
- 中国移动网: 20240Mbps
- 中国联通网: 3000Mbps
- 中国教育网: 1000Mbps

中国电信网

- 中国科研网: 5600Mbps
- 中国移动网: 137168Mbps
- 中国联通网: 747000Mbps
- 中国教科网: 27000Mbps
- 中国电商网: 100Mbps

中国教科网

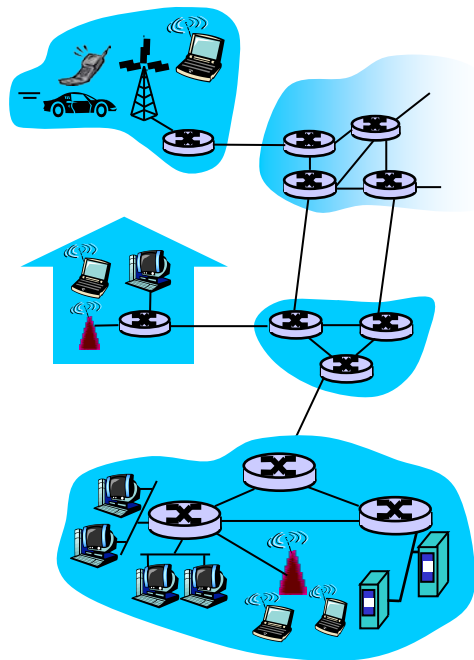
即中国教育和科研计算机网

中国电商网

即中国国际电子商务网

# 网络提供的服务

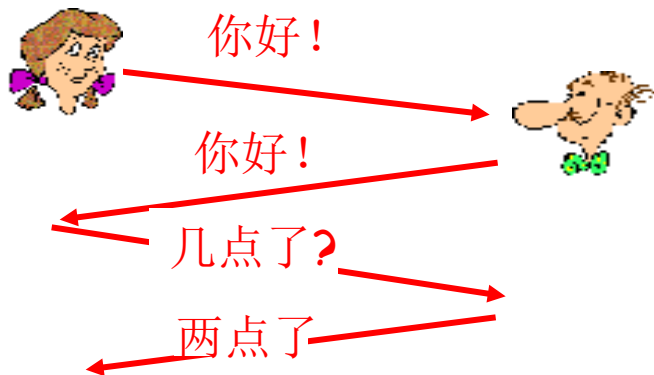
- ❑ **可靠**的服务: 文件传输, 浏览网页, 电子邮件, 电子商务  
**不可靠**的服务: 视频直播, **IP**电话, 网络会议
- ❑ **面向连接**的服务  
**无连接**的服务
- ❑ **有确认**的服务  
**无确认**的服务
- ❑ **数据报**服务: 无连接无确认
- ❑ 请求响应和消息流服务



QoS: Quality of Service

# 什么是协议?

人类的协议



计算机网络的协议

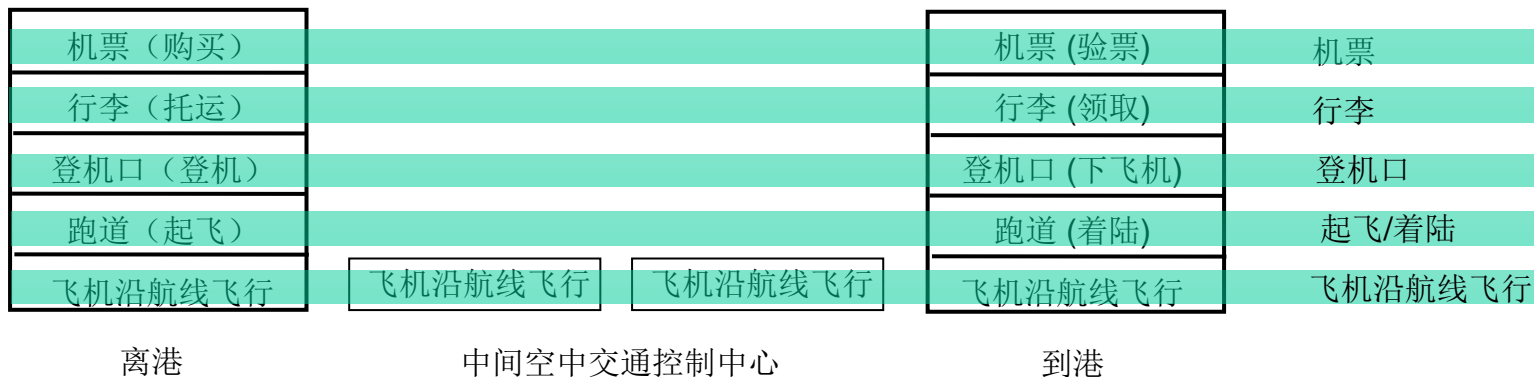


time  
↓

协议(protocol)定义了在网络实体(entities)之间传送消息的规则, 例如, 消息格式, 发送和接收消息的次序。

# 网络的分层结构

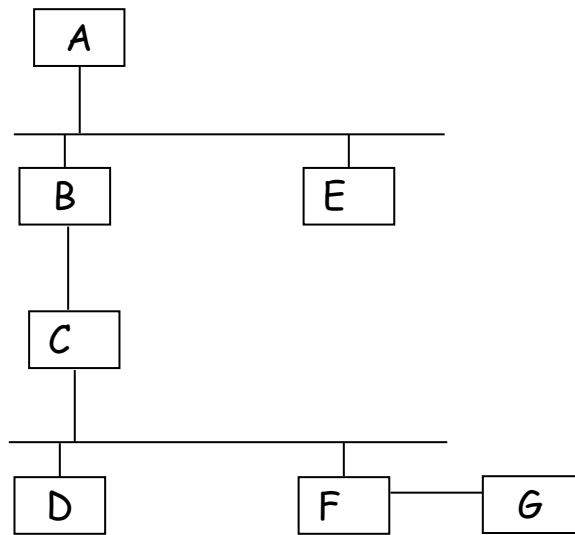
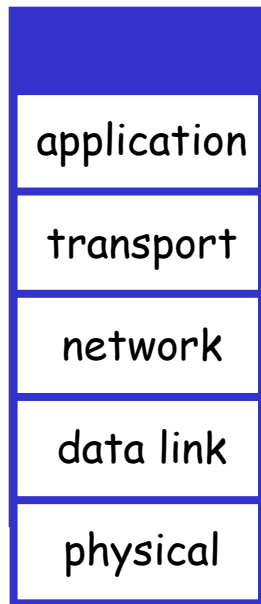
网络为什么分层? 模块化可以简化系统维护和修改



每层的服务是通过更低层提供的服务和本层的功能来实现的。

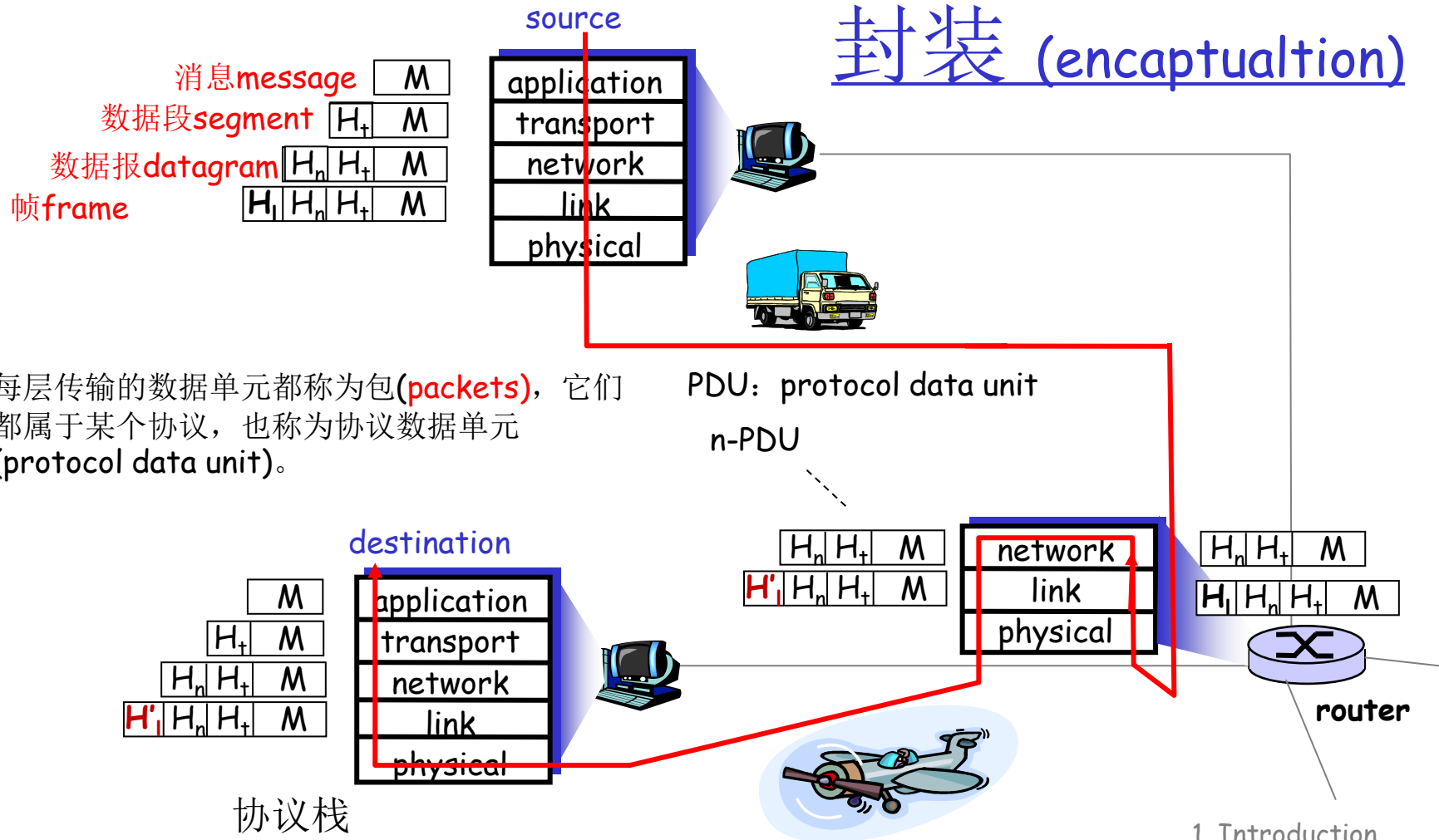
# 因特网体系结构

- **应用层**: 提供对某些专门应用的支持
  - ❖ 文件服务(FTP), 邮件(SMTP), 网页(HTTP)
- **传输层**: 进程之间的数据传送 (端到端)
  - ❖ TCP, UDP
- **网络层**: 通过路由选择把数据报从源主机传送到目的主机 (主机到主机)
  - ❖ IP, routing protocols
- **数据链路层**: 物理网络中的数据传送(跳到跳, 节点到节点)
  - ❖ PPP, Ethernet
- **物理层**: 线上的比特 (传送原始比特流)



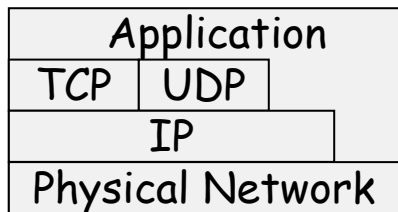
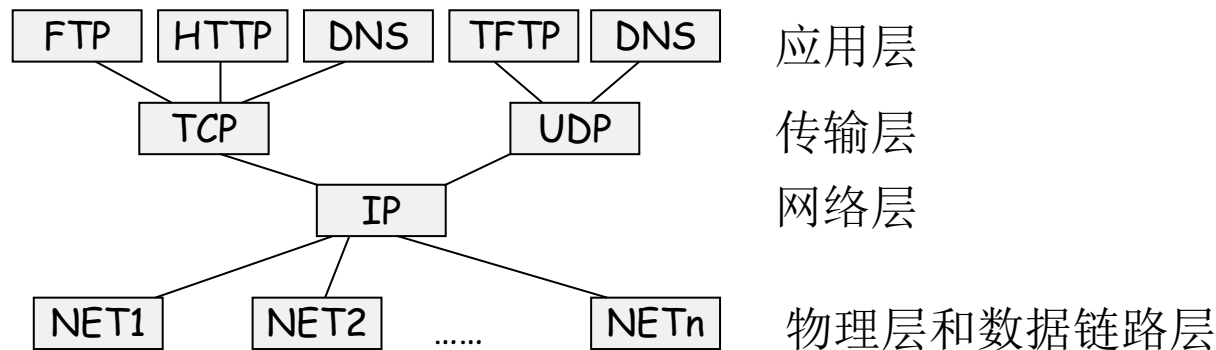


# 封装 (encapsulation)





# 协议簇

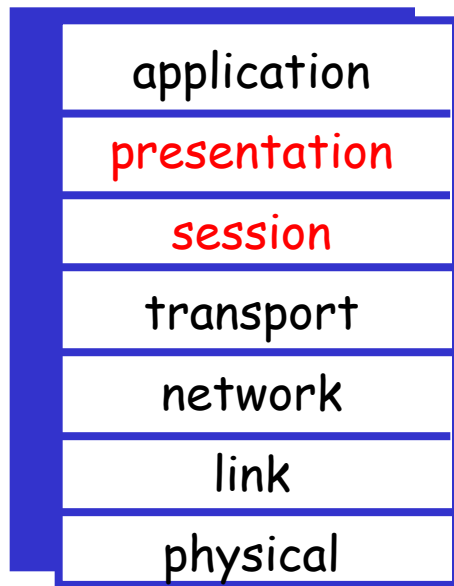


TCP 提供可靠的面向连接的服务

UDP 提供无连接不可靠的服务

# ISO/OSI参考模型

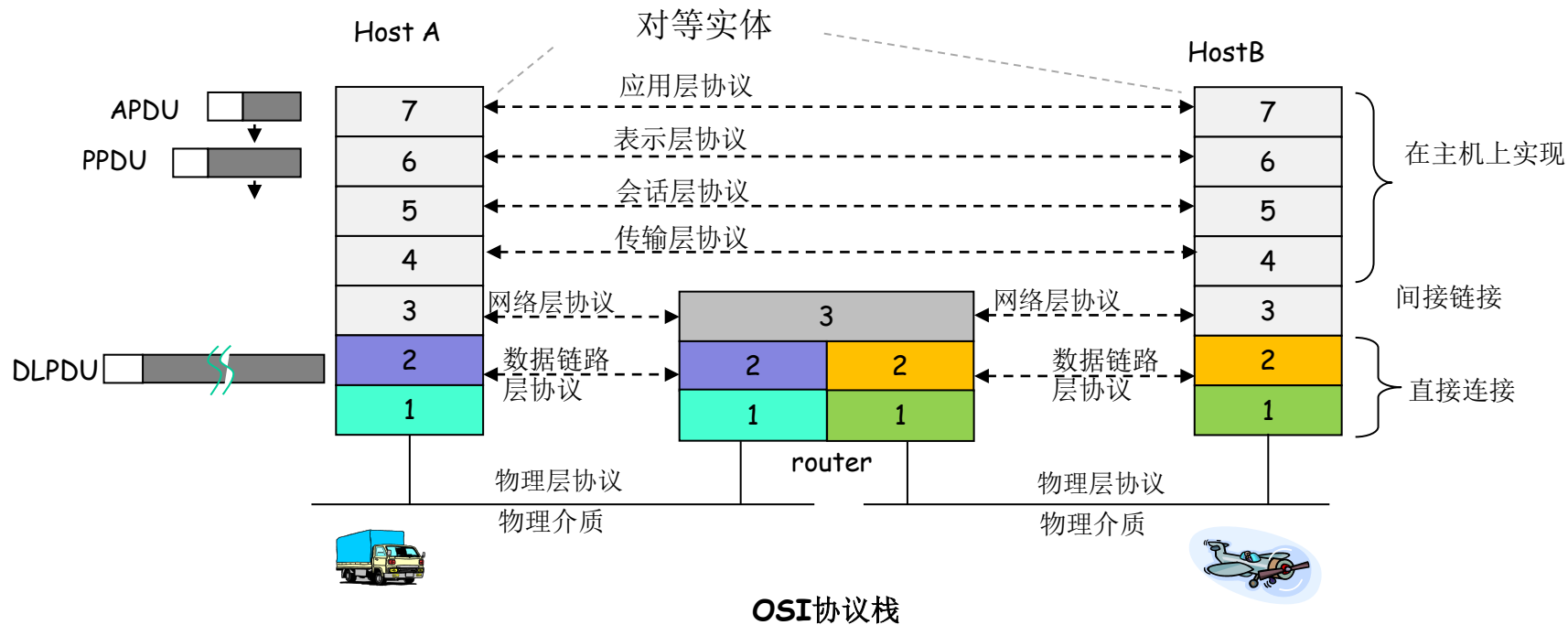
- ❑ **表示层(presentation):** 提供数据转换服务, 例如, 加密解密, 压缩解压缩, 数据格式变换
- ❑ **会话层(session):** 数据流的检查点设置、恢复和同步
- ❑ 因特网没有这两层, 如果需要, 可以在应用程序中实现。



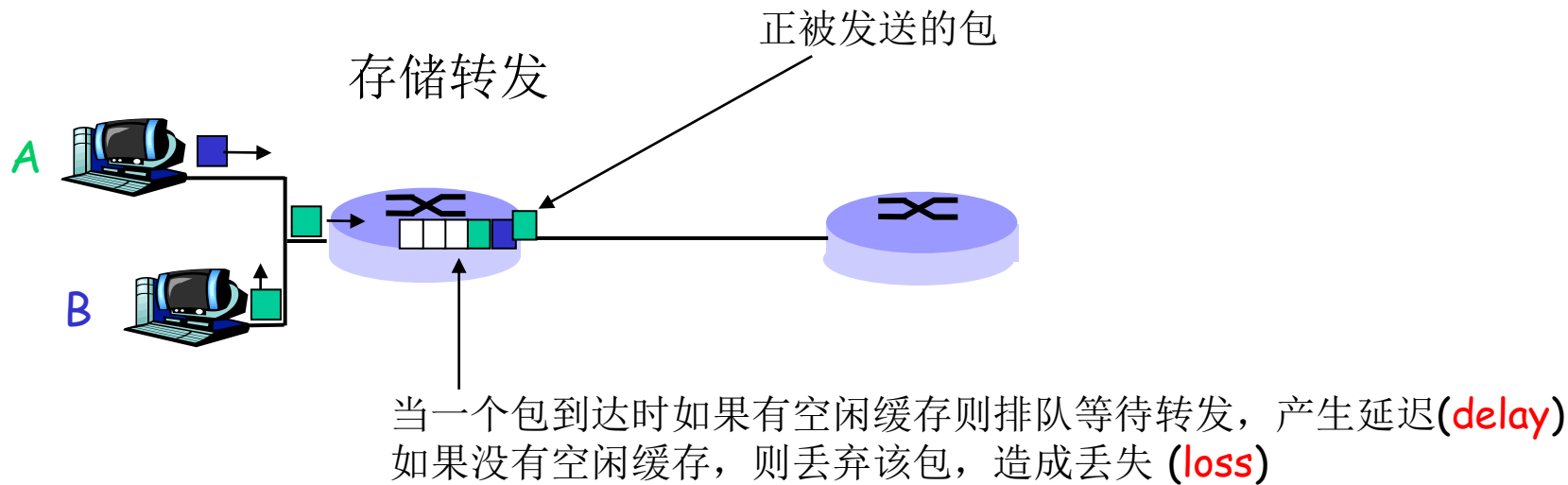
ISO — 国际标准化组织(International Organization for Standardization )

OSI — 开放系统互连(Open System Interconnection)

# 对等实体 (Peer Entity)



# 网络性能分析：延迟和丢包



# 包交换网络中的延迟

## □ 1. 处理延迟(processing)

- ❖ 检查比特错
- ❖ 确定输出链路

## □ 2. 排队延迟(queueing)

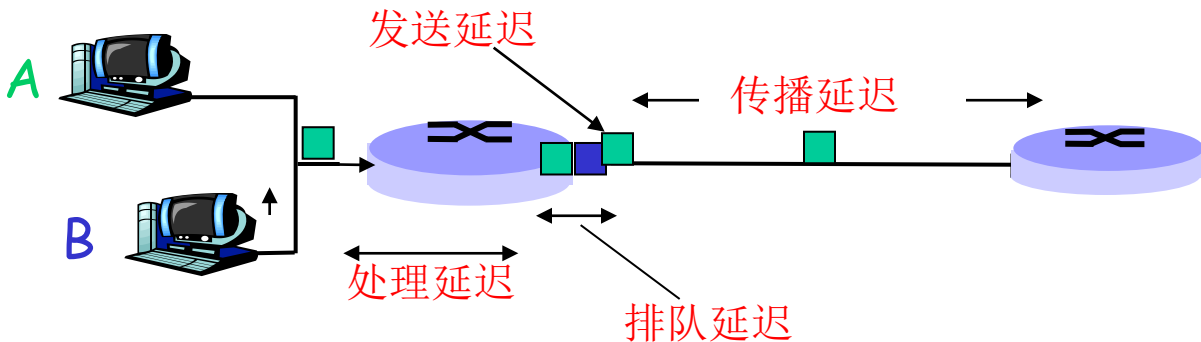
- ❖ 在输出链路队列等待发送
- ❖ 依赖于路由器的拥塞程度

## 3. 传输延迟(Transmission delay):

包长(bits)/链路带宽 (bps)  
也称为发送延迟

## 4. 传播延迟(Propagation delay):

物理链路长度/信号传播速度  
( $\sim 2 \times 10^8$  m/sec)



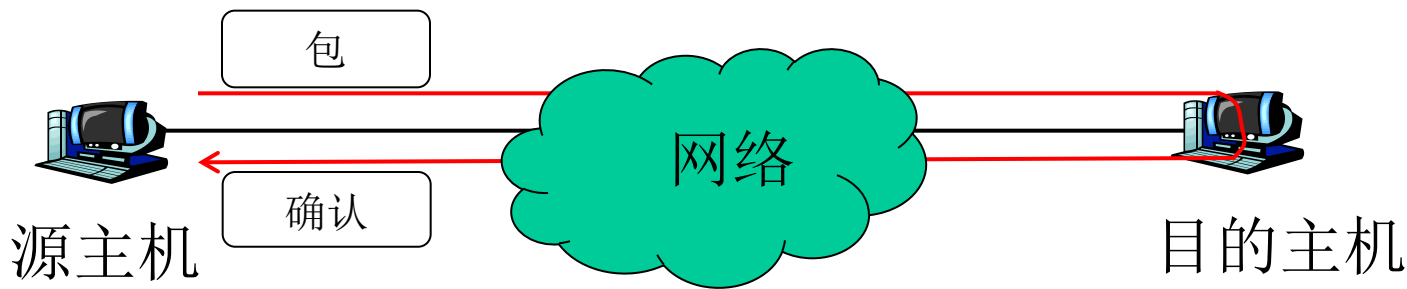
# 节点延迟

$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- $d_{\text{proc}}$  = 处理延迟
- $d_{\text{queue}}$  = 排队延迟
- $d_{\text{trans}}$  = 发送延迟
- $d_{\text{prop}}$  = 传播延迟

# 往返时间

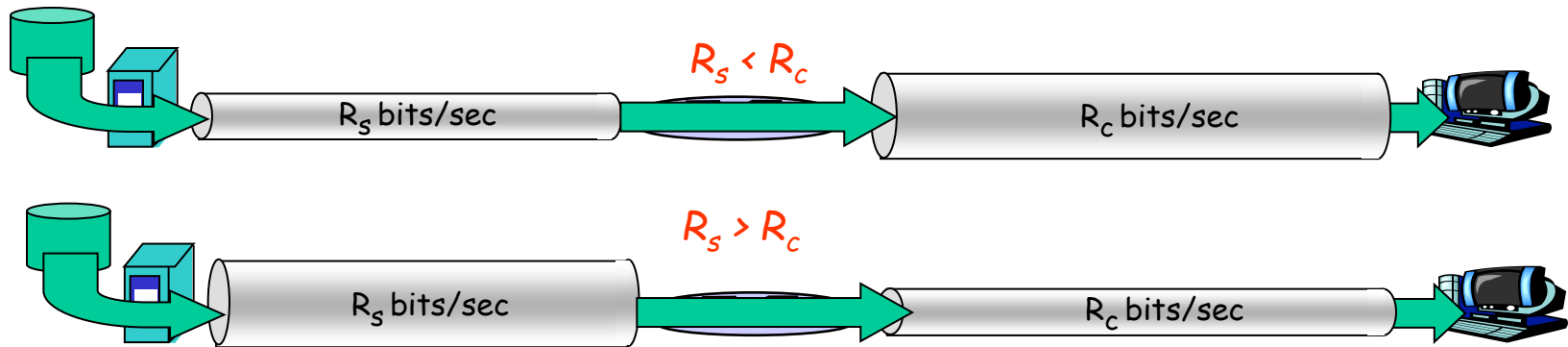
- 从源主机到目的主机再返回源主机所花的时间称为往返时间(round trip time, RTT)。



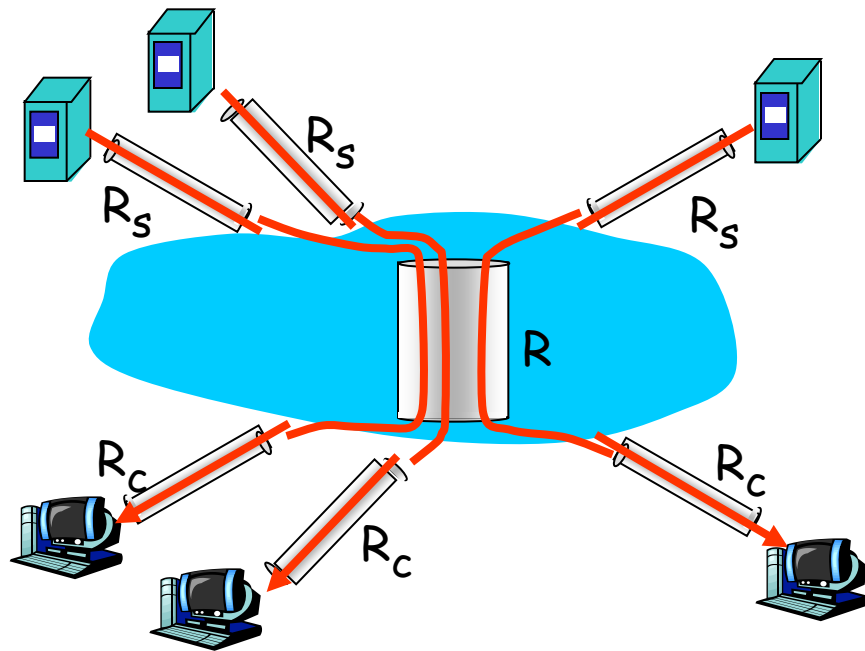
# 带宽与吞吐量

- ❑ **吞吐量(throughput)**: 发送者和接收者之间的数据传送速率(bits per second, bps)
  - ❖ **瞬时吞吐量**: 某个时刻的数据速率
  - ❖ **平均吞吐量**: 在某个较长时期的数据速率
- ❑ **带宽(bandwidth)**为一条链路可达到的最大传输速率(bps)。

下面两种情况的端到端的平均吞吐量是多少？







□ 每条链路端到端的吞吐量是多少？

$$\min(R_c, R_s, R/10)$$

10个链接(平均)共享主干链路的带宽 $R(\text{bits/sec})$

# 总结

- ❑ 什么是计算机网络？
- ❑ 什么是因特网？
- ❑ 因特网体系结构
- ❑ 开放系统互连参考模型
- ❑ 网络性能分析