



第一单元 概述

- 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?

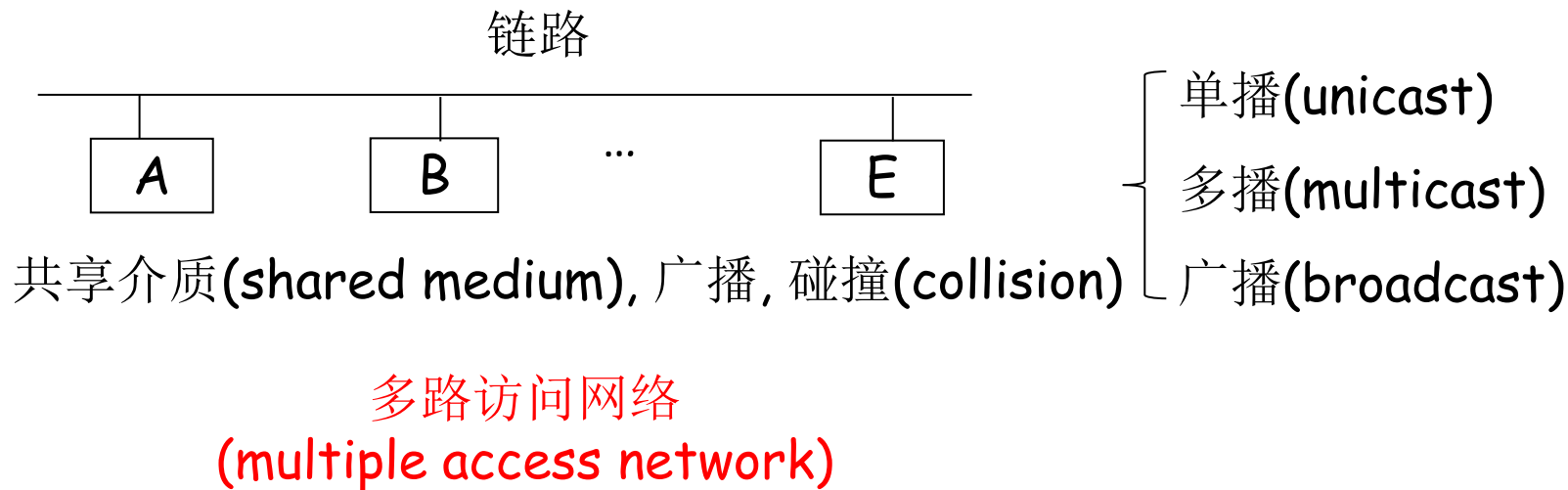
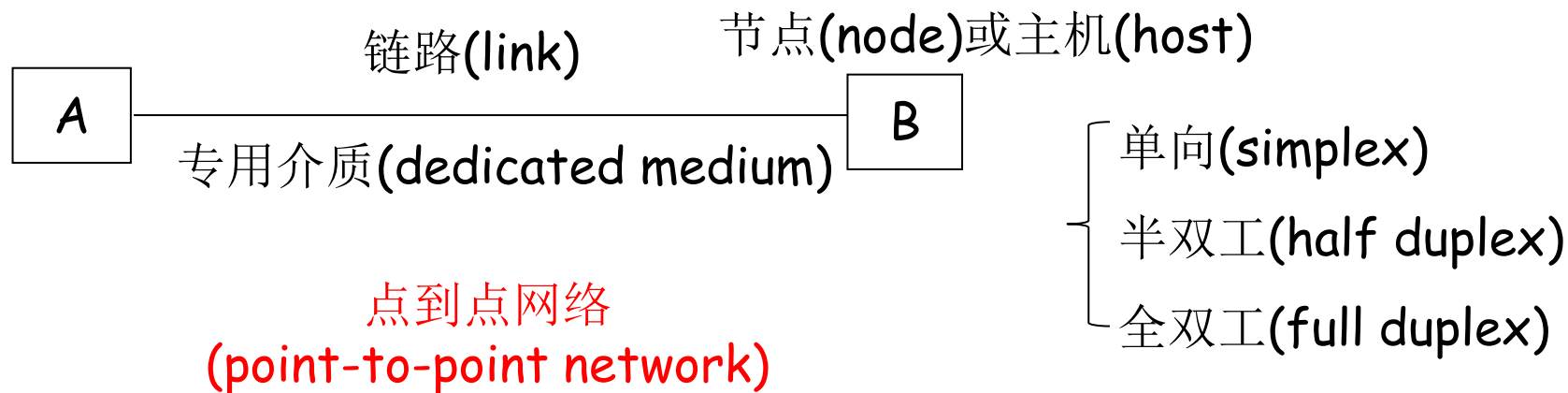
计算机网络(computer network)是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统连接起来，以功能完善的网络软件实现网络的硬件、软件及资源共享和信息传递的系统。简单的说即连接两台或多台计算机进行通信的系统。

维基百科

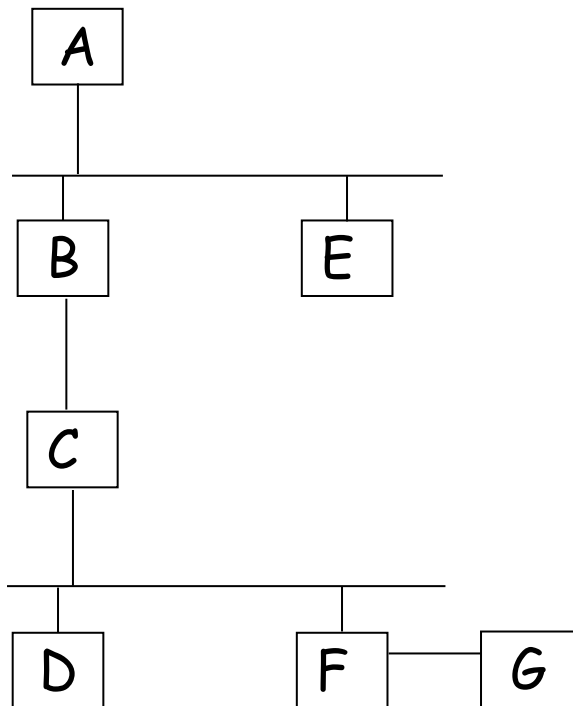
计算机网络是自主计算机的互连集合。

ANDREW S. TANENBAUM

直接连接的网络



间接连接的网络



包(packet)

存储转发(store-and-forward)

路由选择(routing)

路由表(routing table)

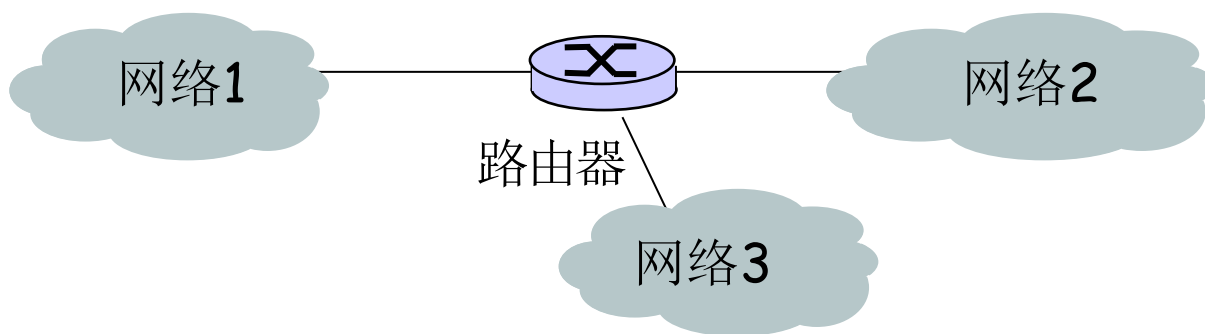
路由(route)

中间节点、路由器(router)

有多少个直连网？

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(end system): 主机
 - ❖ 运行网络应用程序 (例如, 浏览器)
- 通信链路(communication link)
 - ❖ 光纤, 铜线, 无线电, 卫星
 - ❖ 传输速率=带宽
- 路由器(router)



电脑



服务器



手提电脑



手机



无线接入点

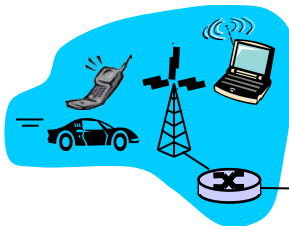


有线链路



路由器

移动网络



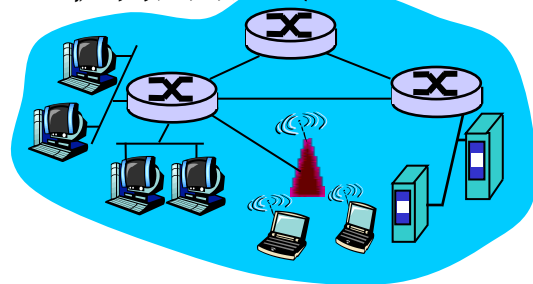
全球ISP

区域ISP

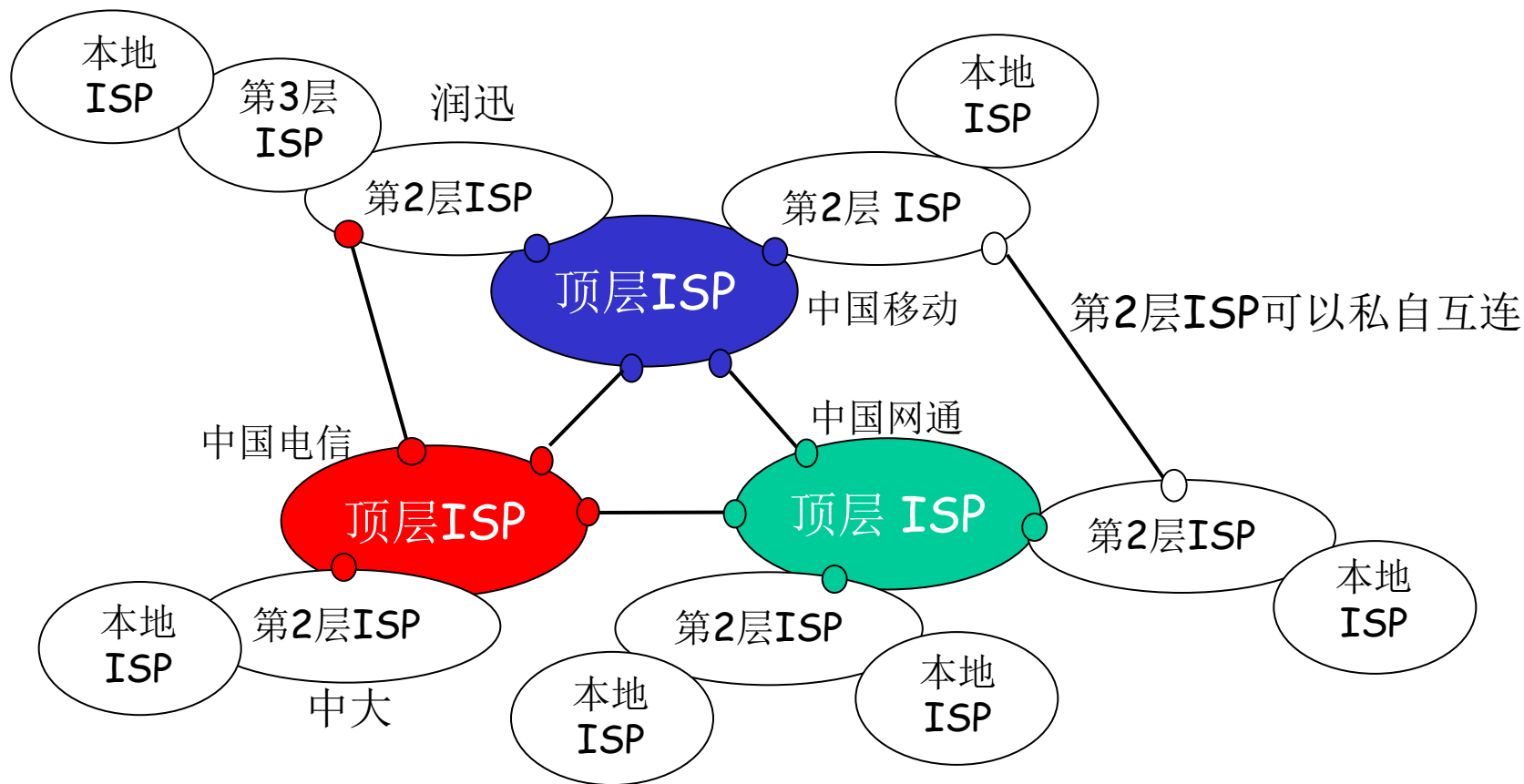
家庭网络



机构网络



因特网的结构(1)

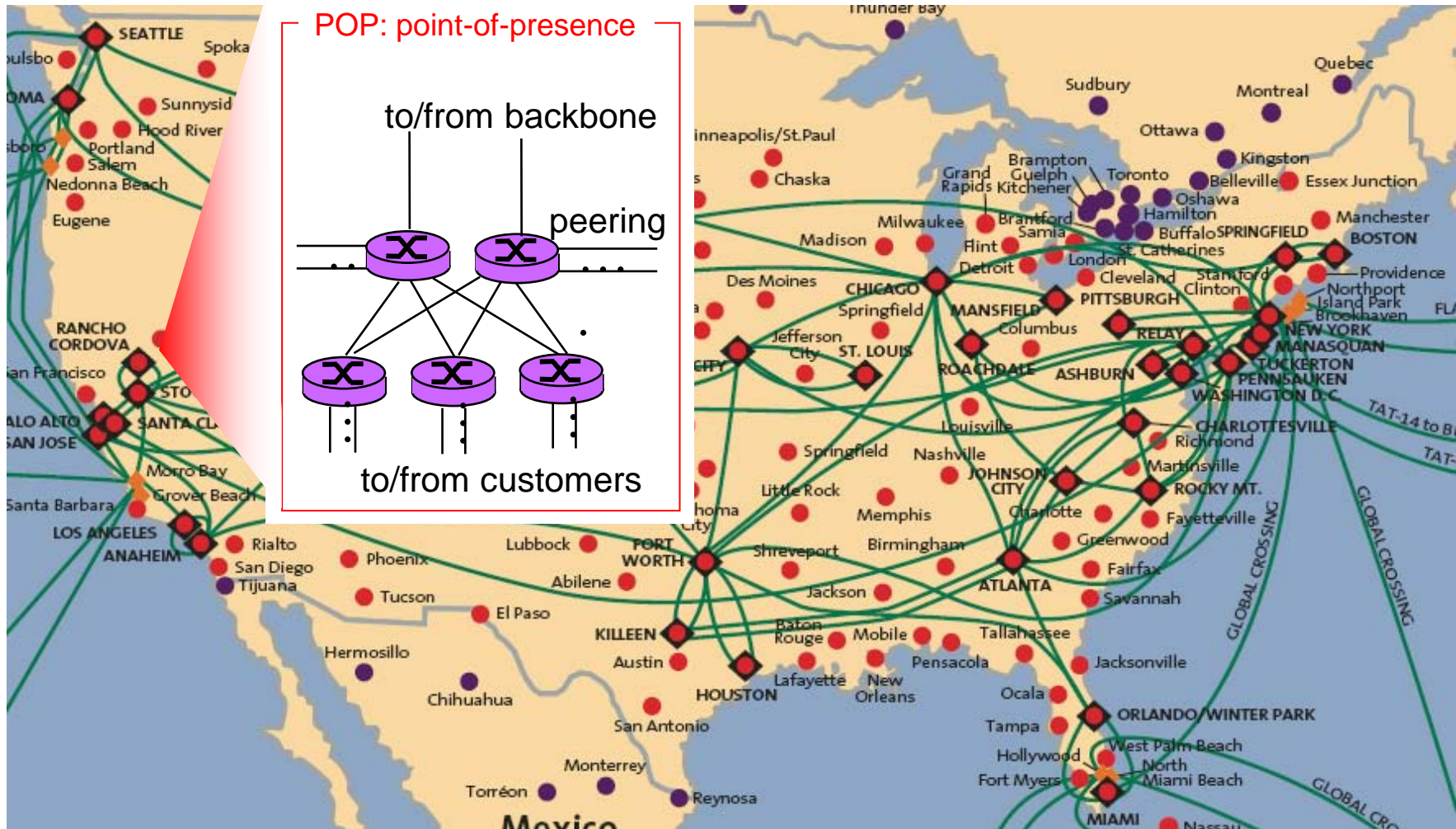


顶层ISP也称为主干网。**第2层ISP**是更小的ISP(常常是区域ISP),是顶层ISP的客户,可以连到顶层ISP或其它第2层ISP。终端系统通过一个ISP网络(接入网络)连入互联网。

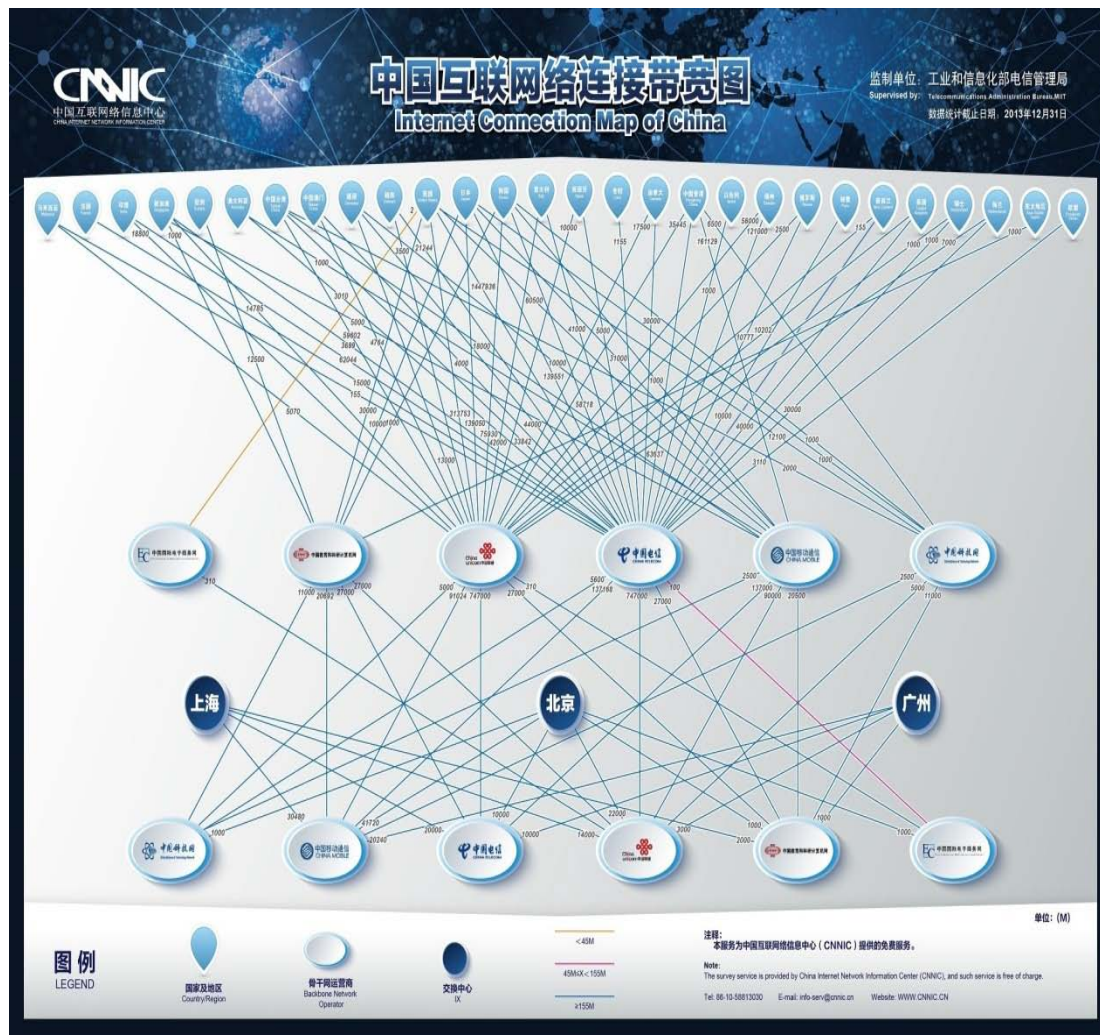
ISP (Internet Service Provider) -- 因特网服务提供商

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
- 中国教育网：27000Mbps
- 中国电商网：100Mbps

中国教育网

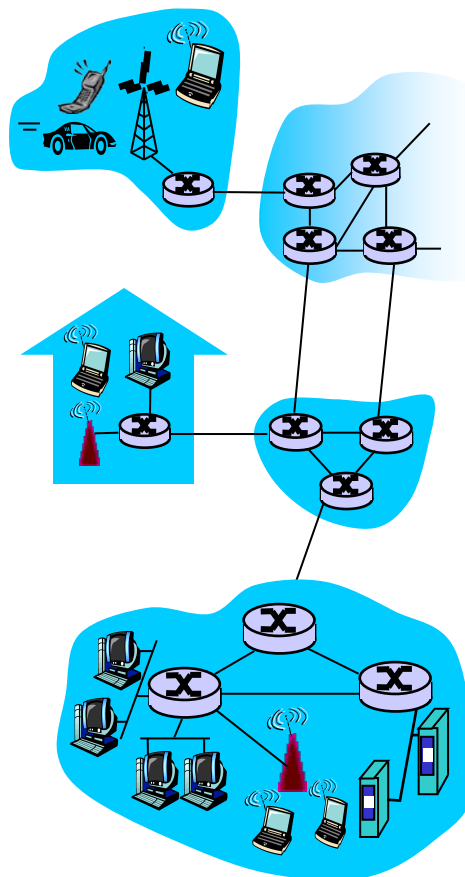
即中国教育和科研计算机网

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

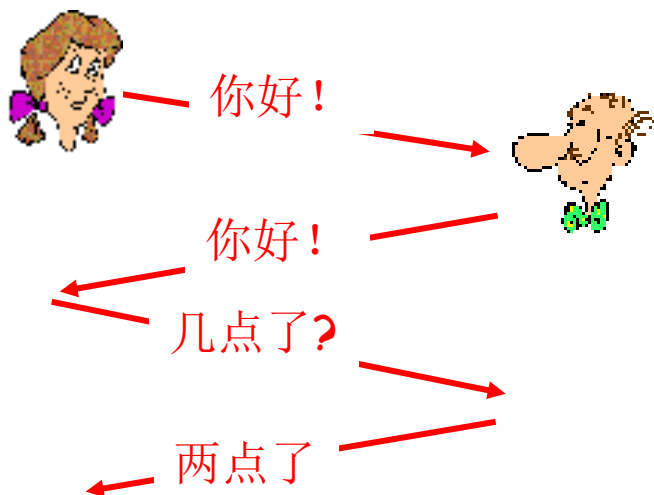


Reliable Service
Unreliable Service
Connection-Oriented Service
Connectionless Service
No acknowledgement Service
Acknowledgement Service
Datagram Service
Request-Response Service
Message-Stream Service

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，协议可以约定消息的格式、发送和接收消息的次序。

网络的分层结构

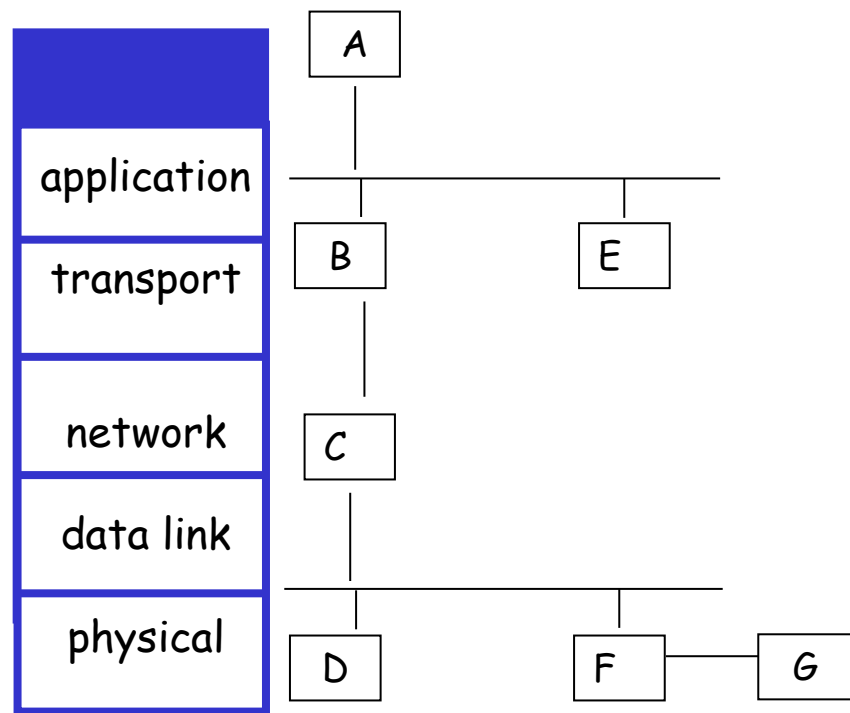
网络为什么分层? 模块化可以简化系统维护和修改



每层的服务都可以使用更低层提供的服务来实现本层的功能。

因特网体系结构

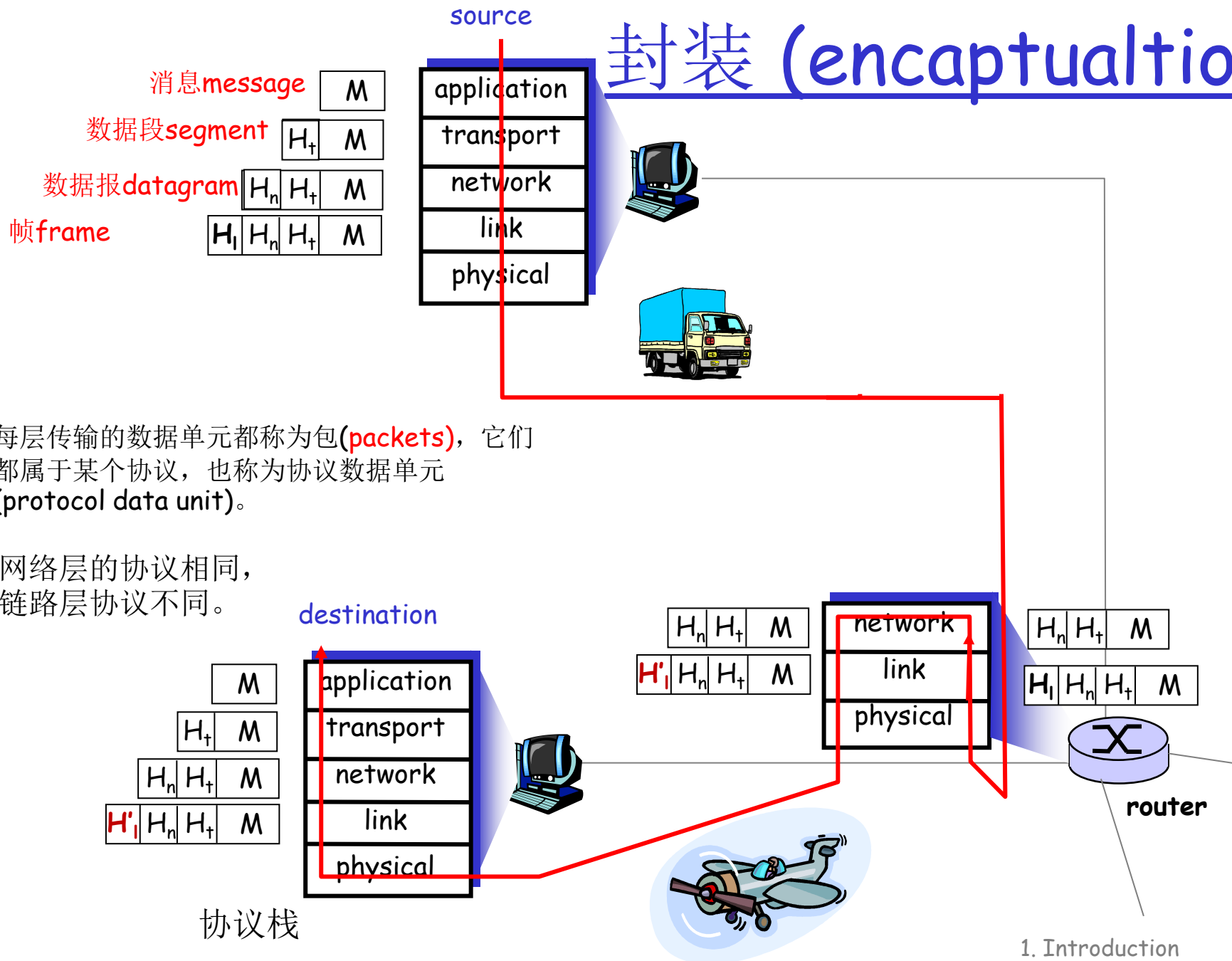
- **应用层:** 提供对某些专门应用的支持
 - ❖ 文件服务(FTP), 邮件(SMTP), 网页(HTTP)
- **传输层:** 进程之间的数据传送 (端到端)
 - ❖ TCP, UDP
- **网络层:** 路由选择, 实现在互连网中的数据传送 (主机到主机)
 - ❖ IP, routing protocols
- **数据链路层:** 在物理网络中传送包 (跳到跳, 节点到节点)
 - ❖ PPP, Ethernet
- **物理层:** 线上的比特 (传送原始比特流)



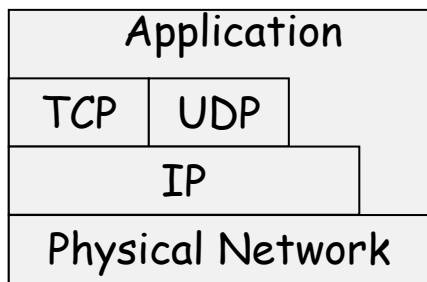
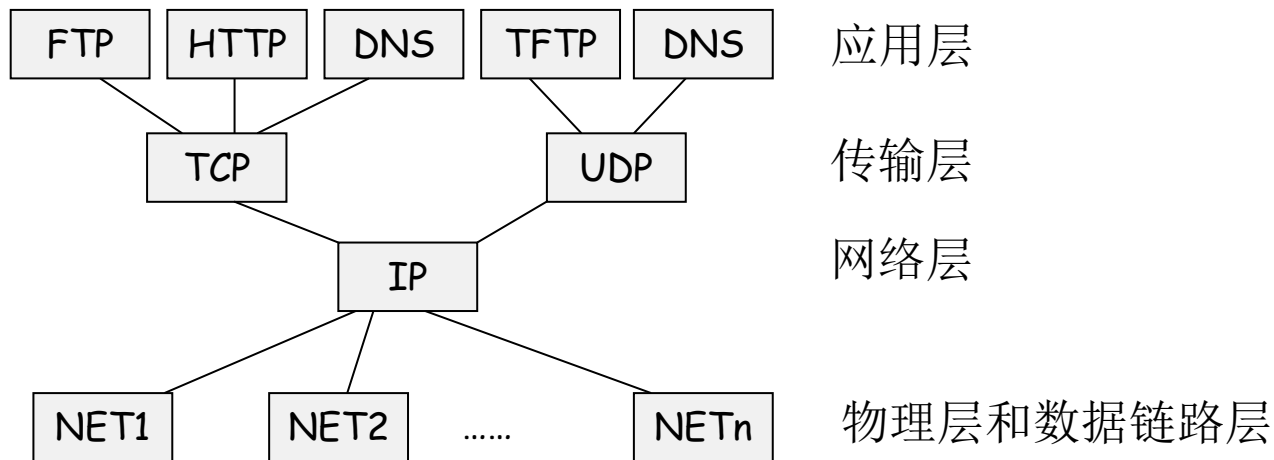
每一层都可以多个协议, 每个协议都可以使用下层提供的服务并为上层提供服务。

node-to-node, hop-by-hop, host-to-host, end-to-end

封装 (encapsulation)



协议簇(protocol family)

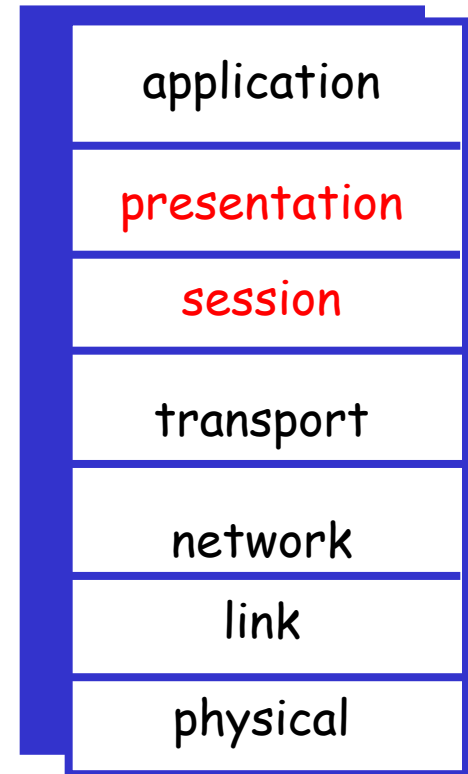


TCP 提供可靠的面向连接的服务

UDP 提供无连接不可靠的服务

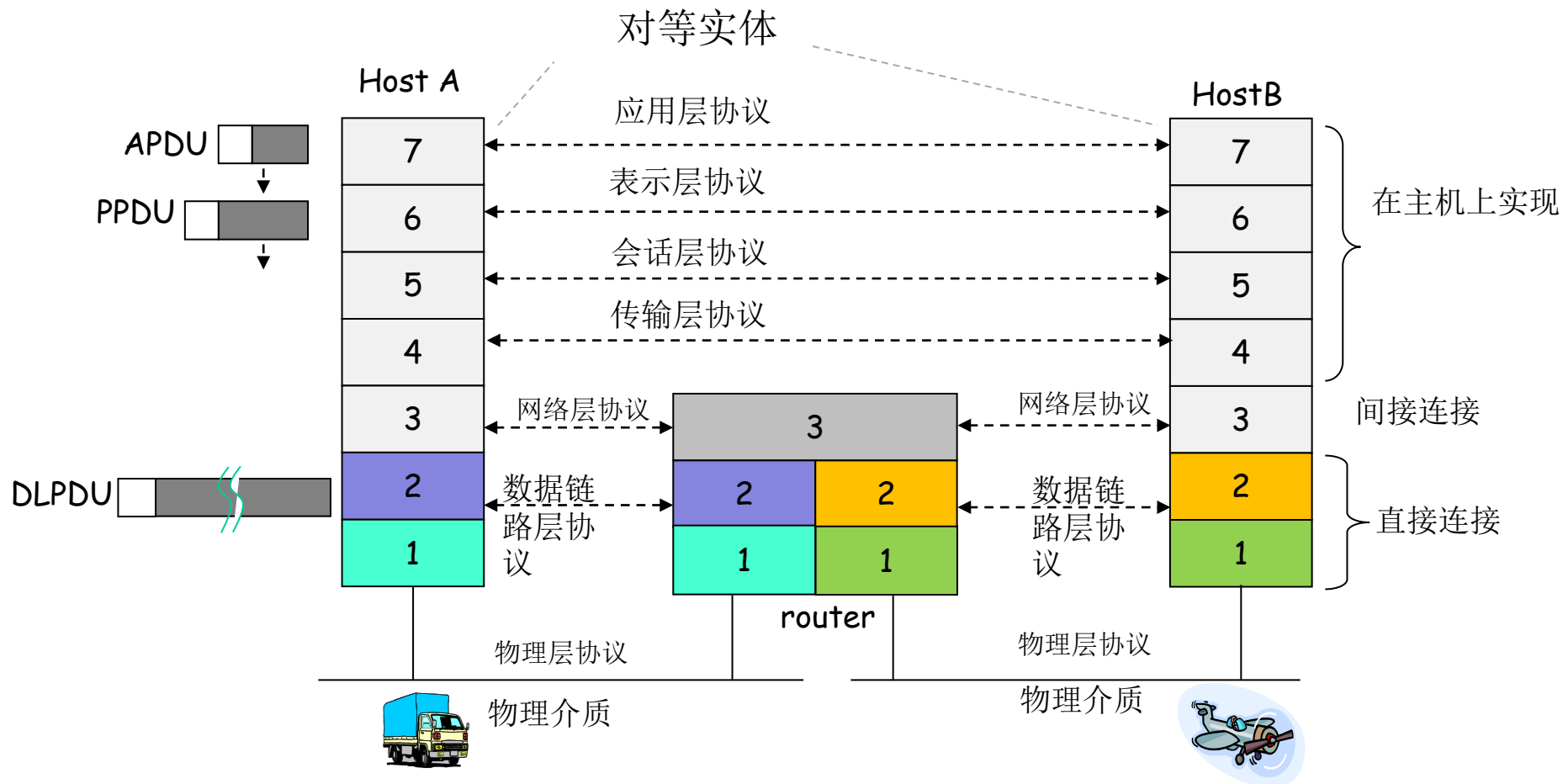
ISO/OSI参考模型

- ❑ 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**): 简化会话实现机制, 例如, 数据流的检查点设置和回滚以及多数据流同步。
- ❑ 因特网没有这两层, 如果需要, 可以在应用程序中实现。

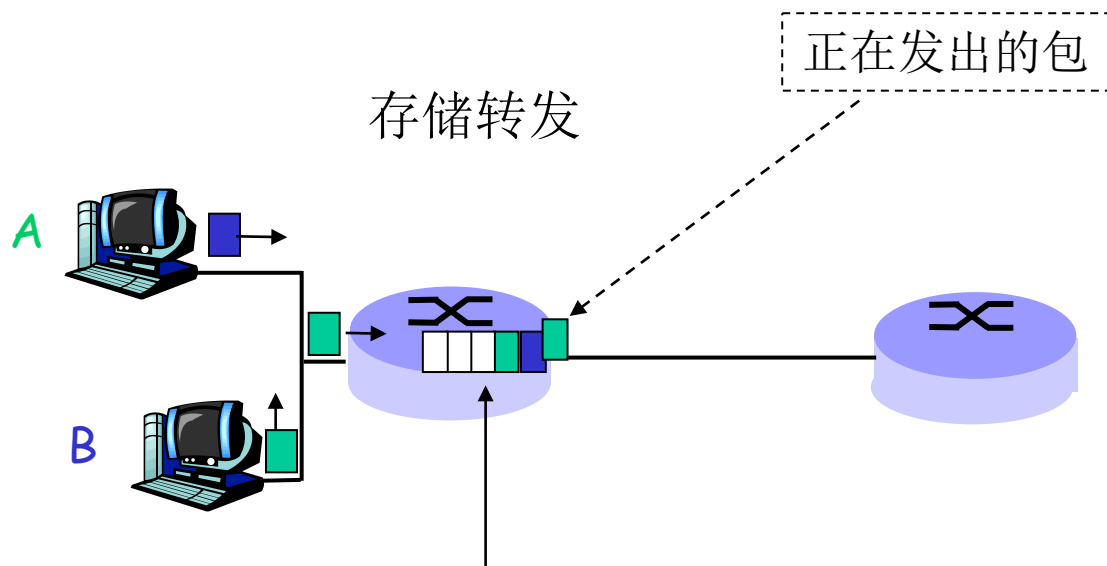


ISO — 国际标准化组织(International Organization for Standardization)
OSI — 开放系统互连(Open System Interconnection)

对等实体 (Peer Entity)



网络性能分析：延迟和丢包



当一个包到达时如果有空闲缓存则排队等待转发，产生延迟(**delay**)
如果没有空闲缓存，则丢弃该包，造成丢失 (**loss**)

包交换技术：Packet-Switching

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)

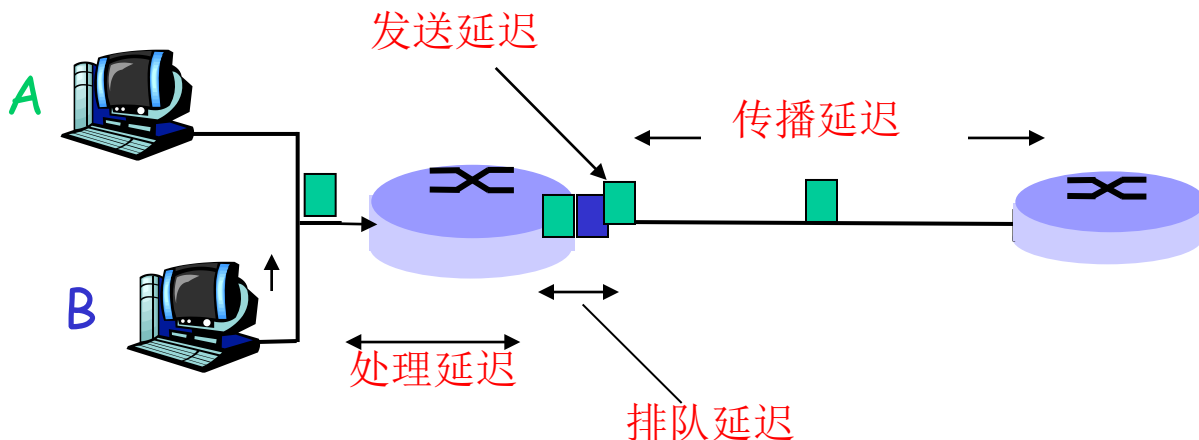
- ❖ 在输出链路队列等待发送
- ❖ 依赖于路由器的拥塞程度

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)



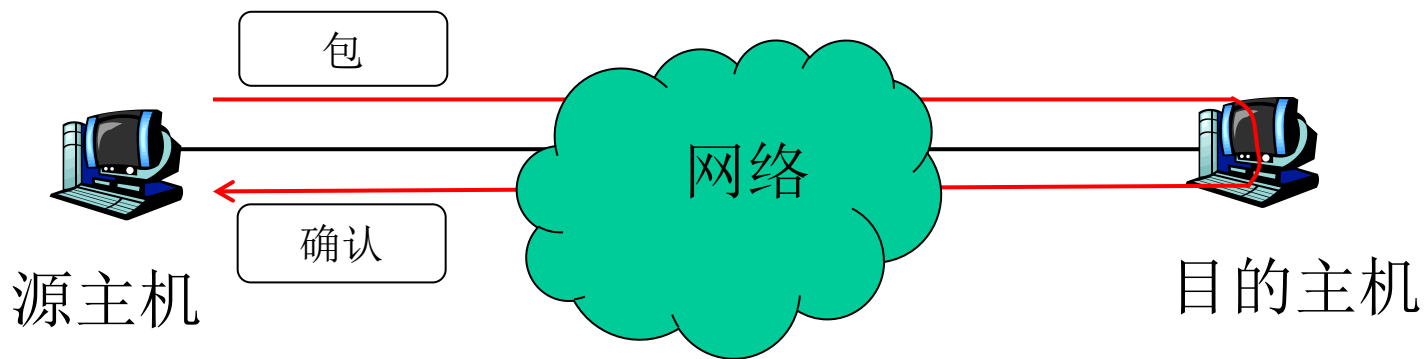
节点延迟

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

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

往返时间

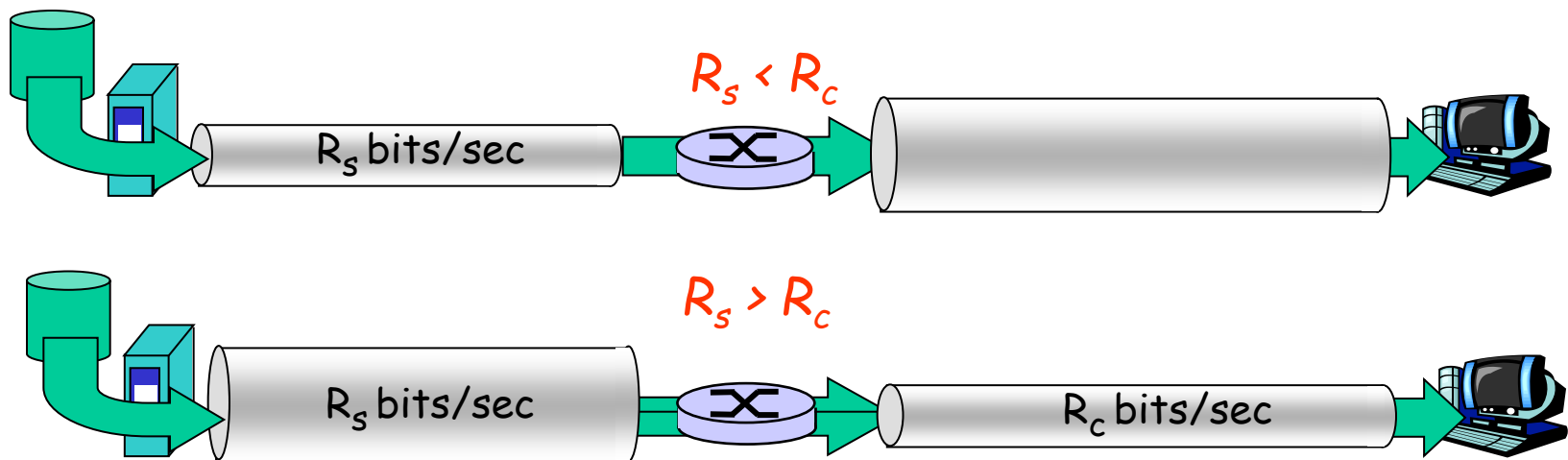
- 从源主机到目的主机再返回源主机所花的时间称为往返时间(round trip time, RTT)。



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？



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