
CS3008: 计算机通信与网络

李金库 副教授

西安电子科技大学
计算机学院

课程基本信息

- p 课程编号：CS3008
- p 课程名称：计算机通信与网络 — Computer Communications and Networks
- p 学时：60（讲课）+24（上机实验）
- p 课程性质：必修
- p 学分：4.5

课程基本信息（cont.）

p 适应专业

- ∅ 计算机科学与技术
- ∅ 网络工程
- ∅ 物联网工程 等

p 需先修课程

- ∅ 计算机组织与体系结构
- ∅ 操作系统
- ∅ 计算机导论与程序设计基础

课程概述

- p 计算机相关学科的专业核心课程
- p 全面介绍数据通信与网络基础知识，并以TCP/IP体系结构为框架分层次介绍数据通信与网络的基本原理、基本协议、基本机制、基本架构、基本技术
- p 同时进行路由器与交换机的配置实验，以及经典协议的分析与设计实验。

TCP/IP体系结构



课程概述（cont.）

- p 使同学们系统掌握数据通信和网络的基本概念和基本原理；
- p 理解TCP/IP和OSI体系结构、计算机通信与网络主要协议工作流程、IEEE局域网标准、IPv4/IPv6网络互联原理以及流量控制、拥塞控制等网络控制机制、常见网络设备的配置与使用、关键网络协议的分析与设计等；
- p 使学生能充分运用并掌握先进的网络设计、分析、规划与管理的方法和手段；
- p 为学生从事计算机网络方面的设计、开发、分析与管理等相关工作打下坚实的基础。

课程主要内容

p 什么叫数据通信？

- Ø 两台设备之间通过某种形式的传输介质或网络进行的数据交换，更通俗地说，就是将数据从一个地方传送到另一个地方。

p 什么叫网络？

- Ø 用通信链路连接起来的设备（称为节点）的集合。

课程主要内容（cont.）

- p 数据通信与网络涉及哪些关键技术或问题？请阐述Web浏览、收发Email或QQ聊天的详细流程？
 - Ø 中间经过了哪些信号转换或编码？
 - Ø 物理链路是什么传输介质？每种传输介质特点？速率？
 - Ø 如何避免差错？多个用户如何共享一条链路或通道？
 - Ø 数据包经过了哪些网络层次？每个层次如何处理？
 - Ø 数据包经过了哪些协议的处理？每种协议如何处理？格式？
 - Ø 主机如何寻址？
 - Ø 数据包在主机上如何寻址到特定应用？
 - Ø 中间经过了哪些网络设备？网络设备如何选路？
 - Ø 网络发生拥塞时如何处理？如何避免拥塞？
 - Ø 如何提供可靠服务？网络性能如何评价？
-

课程主要内容（cont.2）

p 共包含6大部分

p 第1部分：概述（2次课，4学时）

Ø 1.1 数据通信模型

Ø 1.2 常见网络与分类

Ø 1.3 协议和标准

Ø 1.4 OSI和TCP/IP网络模型

p 第2部分：物理层和介质（5次课，10学时）

Ø 2.1 数据通信理论基础，包括数据与信号，模拟-数字信号的傅立叶分析、频率、频谱、带宽，数据速率与带宽的关系，数字信号特点与传输方式，信道容量与数据速率限制-奈奎斯特与香农公式，网络性能评价指标，传输损伤

课程主要内容（cont.3）

- Ø 2.2 传输媒体，包括导向传输媒体（双绞线、同轴电缆、光纤）和无线传输媒体（无线电波、微波、红外传输等）
- Ø 2.3 数字调制与信号编码，包括数字传输（编码：数字数据-数字信号，采样与编码：模拟数据-数字信号，传输模式：并行/串行，串行之异步/同步/等时传输），模拟传输（调制：数字数据-模拟信号，调频-调幅-调相：模拟数据-模拟信号）
- Ø 2.4 多路复用与扩频技术，包括频分、时分-T1线路-E1线路、波分、码分多路复用，跳频扩频、直接序列扩频
- Ø 2.5 电话网上的数据传输，包括调制解调与数字用户线路xDSL

课程主要内容（cont.4）

p 第3部分：数据链路层（10次课，20学时）

- Ø 3.1 检错与纠错，包括差错类型与检错纠错概念，编码与海明距离，差错检测编码（奇偶校验、循环冗余校验码CRC），校验和
- Ø 3.2 数据链路控制，包括成帧，流量控制与差错控制，无噪声信道链路协议（无流控无差控协议、有流控无差控协议），有噪声信道链路协议（有流控有差控协议-停等ARQ-后退N帧ARQ-选择重发ARQ），数据链路控制协议实例（高级数据链路控制协议HDLC、点到点协议PPP）
- Ø 3.3 媒体介质多路访问控制，包括随机抢占式访问机制（ALOHA协议、CSMA协议、CSMA/CD协议-冲突时槽与最小帧长、CSMA/CA协议），集中控制式访问机制（预约、轮询、令牌及令牌环网FDDI例子），多路访问式机制（频分多路访问、时分多路访问、码分多路访问）

课程主要内容（cont.5）

- Ø 3.4 有线局域网LAN-Ethernet网，包括经典以太网（IEEE标准、物理层、MAC子层），现代以太网（桥接以太网、交换式以太网、全双工以太网），快速以太网（物理层、MAC子层），千兆万兆以太网（物理层、MAC子层）
- Ø 3.5 无线局域网WLAN，包括WLAN体系结构与IEEE 802.11标准，WLAN的MAC子层，WLAN的物理层（IEEE802.11a/b/g/n），WLAN帧结构、寻址方式等
- Ø 3.6 局域网的连接与虚拟局域网，包括局域网的连接（中继器、集线器、透明网桥-生成树网桥、二层交换机、三层交换机、路由器、网关），虚拟局域网（IEEE 802.1q标准）
- Ø 3.7 广域网：同步光纤网SONET/SDH，帧中继与ATM

课程主要内容（cont.6）

p 第4部分：网络层（7次课，14学时）

- ∅ 4.1 网络层概述，包括面向连接与无连接的网络服务概述，电路交换与分组交换（数据报与虚电路）以及交换网络中的路由选择
- ∅ 4.2 IP地址与IP协议，包括IP地址与寻址（IP地址分类、特殊IP地址、子网掩码SM、变长子网掩码VLSM、CIDR无类域间路由、网络地址转换NAT、IPv6地址与寻址），网际互联与IP协议（网际互联原理、IPv4协议、IPv6协议、IPv4-IPv6的混合）
- ∅ 4.3 地址映射、差错报告与多播/组播，包括地址映射（ARP与RARP协议、BOOTP与DHCP协议），差错报告与ICMP协议，Internet组播管理IGMP与多播概念

课程主要内容（cont.7）

- Ø 4.4 Internet路由与转发，包括IP路由表与转发原理，分组交换网络路由介绍，最小代价路由算法（Bellman-ford算法与Dijkstra算法），IP单播路由选择协议原理（自治系统AS、域内与域间路由、距离向量路由选择与RIP路由协议、链路状态路由选择与OSPF路由协议、路径向量路由选择与BGP协议），组播路由选择协议概念
- Ø 4.5 网络拥塞控制与服务质量，包括拥塞与拥塞控制，服务质量与QoS控制（流量整形、资源预留、综合服务、区分服务）

课程主要内容（cont.8）

p 第5部分：传输层（3次课，6学时）

- ∅ 5.1 端到端的传输服务，包括客户/服务器模式与套接字地址，无连接与面向连接的服务、可靠与不可靠的服务
- ∅ 5.2 UDP协议，包括UDP协议与服务，UDP协议操作与使用
- ∅ 5.3 TCP协议，包括TCP协议与服务，TCP连接建立与释放流程，TCP流量控制（信贷滑窗协议），TCP差错控制（ACK与重传计时），TCP拥塞控制（慢启动、动态窗口调整）

课程主要内容（cont.9）

p 第6部分：应用层（2次课，4学时）

- ∅ 6.1 域名系统DNS

- ∅ 6.2 电子邮件Email与文件传输FTP（SMTP、POP3、IMAP协议、FTP协议）

- ∅ 6.3 万维网WWW与超文本传输HTTP（B/S模型、HTML与XML、URL、Cookies、动态Web文档-脚本语言）

- ∅ 6.4 简单网络管理协议SNMP及管理信息库MIB的基本原理与工作机制

p 最后1次为复习课（1次课，2学时）

上机实验（24机时）

- p 实验一：交换机配置与VLAN配置（4机时，以下相同）
- p 实验二：路由器配置与子网划分
- p 实验三：路由器与交换机综合配置及动态路由协议配置
- p 实验四：常见网络协议分析（1）
- p 实验五：常见网络协议分析（2）
- p 实验六：常见网络应用服务如DNS、DHCP等配置

- p 实验初步安排在11月中旬以后，由专门实验室老师负责实施并辅导。

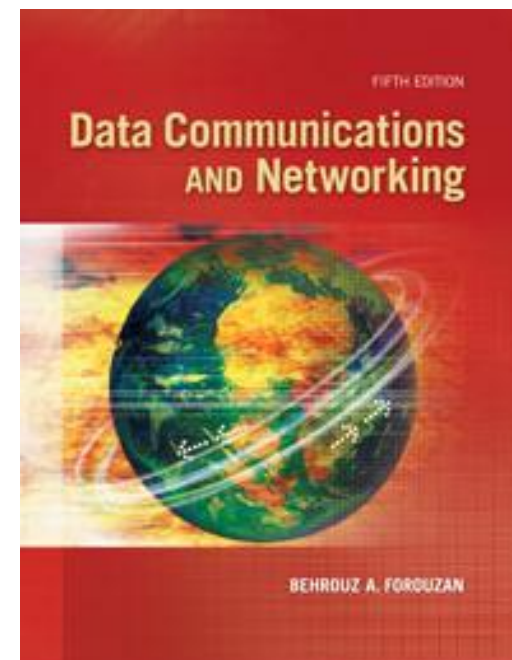
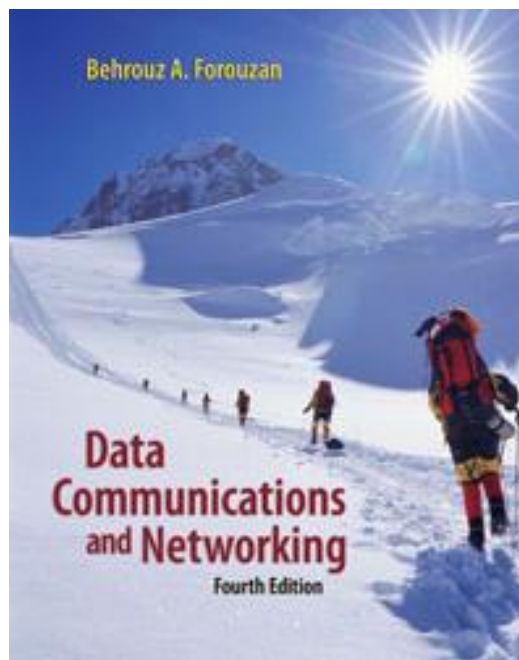
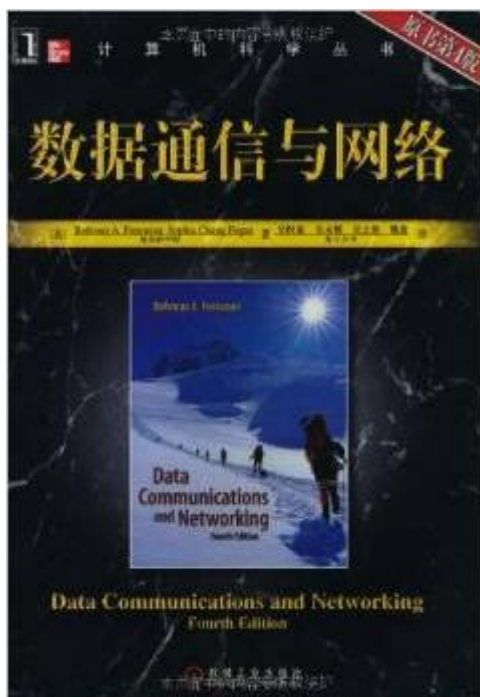
课程考核方式

p 最终成绩包含三部分：

- ∅ 平时成绩：10%，课堂练习方式，主要考核对堂课关键知识点的理解和掌握程度；
- ∅ 期末考试成绩：75%，书面闭卷考试，主要考核计算机通信与网络基础知识的掌握程度；
- ∅ 上机实验：15%，实际动手能力。

教材

- p 《数据通信与网络》（第四版），[美]Behrouz A. Forouzan, Sophia Chung Fegan 著，吴时霖、吴永辉、吴之艳、魏霖 译，机械工业出版社，2007年
英文版第五版2013年出版



为什么选择这本教材？

- p 被国内外多所知名大学选为本科或研究生教材；
 - p 内容全面：是数据通信与网络领域全面的纵览课程，知识点丰富；
 - p 结构清晰：以实际应用的Internet五层模型作为框架，采用自底向上的讲述方式，易于理解，适合没有或只有很少的电信或数据通信基础的学生学习；
 - p 形象直观：使用图文并茂的方式而不是复杂的公式来讲述技术性很强的问题，多幅插图与文字配合讲解；
 - p 突出重点：重要概念用黑体表示；
 - p 大量的实例和应用：理论联系实际，加深理解。
-

参考书

- p 《数据与计算机通信》（第九版），[美]William Stallings 著，王海、张娟、张艳 译，电子工业出版社. 2012年；（第七版是2013年前的教材）
- p 《计算机网络》（第五版），[美]Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall 著，严伟、潘爱民 译，清华大学出版社. 2012年；
- p 《计算机网络》（第六版），谢希仁 编著，电子工业出版社. 2013年；
- p 《计算机网络-自顶向下方法》（第四版），[美]James F. Kurose, Keith W. Ross 著，陈鸣 译，机械工业出版社. 2009年；

参考书 (cont.)

- p 《TCP/IP详解卷1：协议》，《TCP/IP详解卷2：实现》，《TCP/IP详解卷3：TCP事务协议、HTTP、NNTP和UNIX域协议》，W.Richard Stevens著，机械工业出版社；
- p 《用TCP/IP进行网际互联》（3卷本），Douglas E.Comer，电子工业出版社。

课程特点与基本学习方法

p 课程特点:

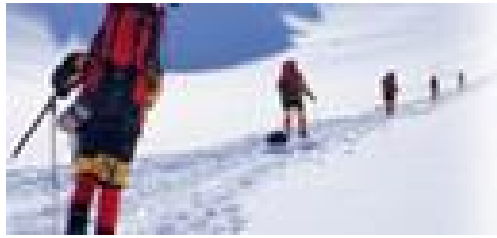
- Ø 基本概念多、基本术语多、基本协议多、基本原理多、基本结构多，基本技术多

p 基本学习方法:

- Ø 把握住TCP/IP五层网络体系结构框架;
- Ø 掌握网络课程的基本规律: 协议;
- Ø 读懂教材, 理解对应的英文概念和术语, 如: protocol-协议, frame-帧, packet-分组, datagram-数据报, fragmentation/segment-分片/分段等 (注意: 教材上将它们统一翻译成了分段, 不准确);
- Ø 掌握重要协议的原理和结构, 如: HDLC, IP, ICMP, TCP, UDP, IEEE 802.3, IEEE 802.11等;
- Ø 掌握封装 (解封装) 和分片 (组装) 等基本原理

有问题怎么办？

- p 仔细阅读教材和参考资料；
- p 上课时随时举手提问；
- p 给我发送Email: jkli@xidian.edu.cn
 - ∅ Email主题中请加上课程前缀 “[CS3008]”
- p Google it ! Bing it ! Baidu it !



Data Communications and Networking

Fourth Edition

Forouzan

第一章

绪论

主要内容

p 数据通信

p 网络

p 因特网

p 协议和标准

1-1 数据通信

p电信（telecommunication）意味着在一定距离上的通信（tele是希腊语，即“远程的”）；

p数据（data）指的是以任何格式表示的信息，该格式需要创建和使用数据的双方达成共识；

p数据通信（data communication）是在两台设备之间通过诸如线缆的某种形式的传输介质进行的数据交换

Ø效率四要素：传递性、准确性、及时性和抖动性

图 1.1 数据通信系统的五个组件

p 报文（多种信息形式）、发送方、接收方、传输介质、协议

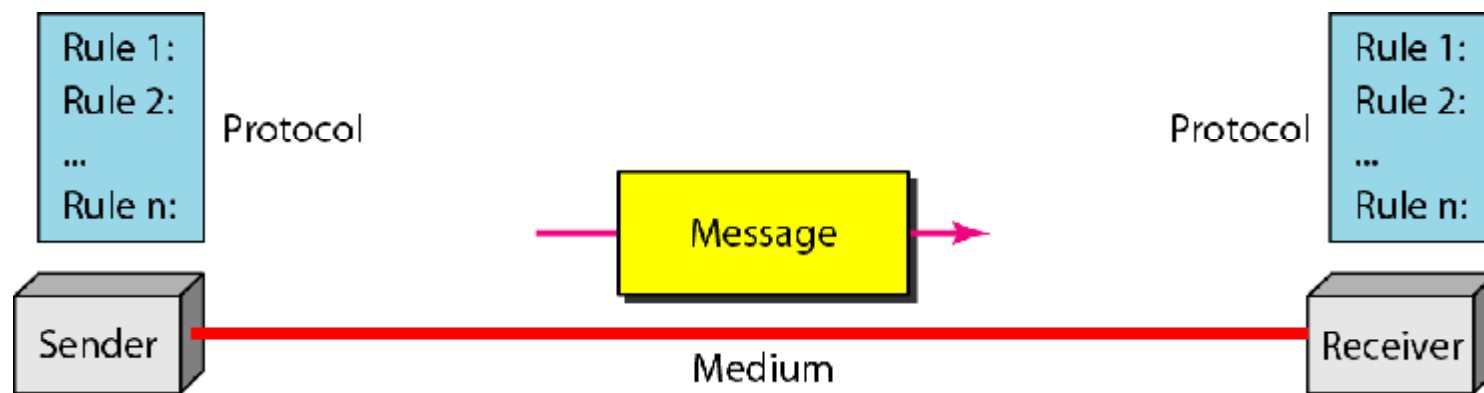
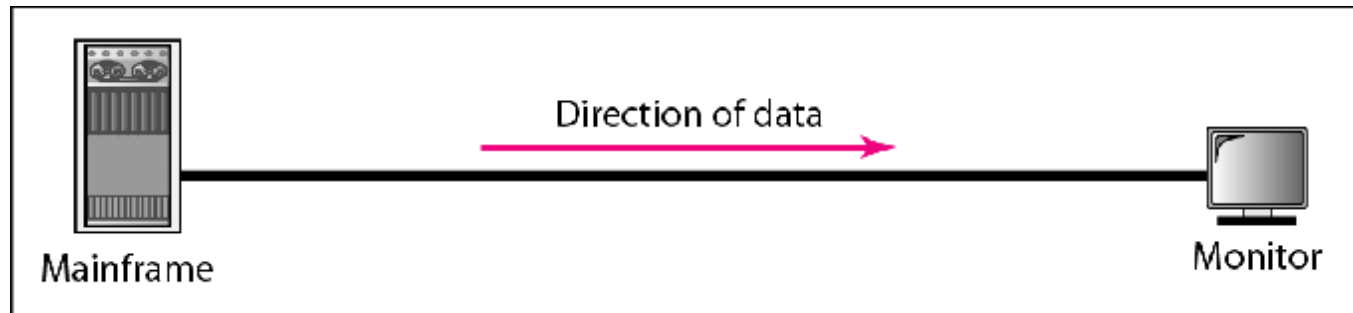
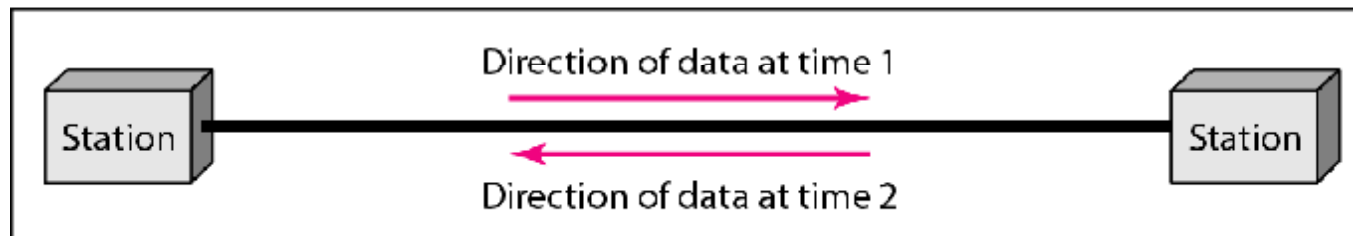


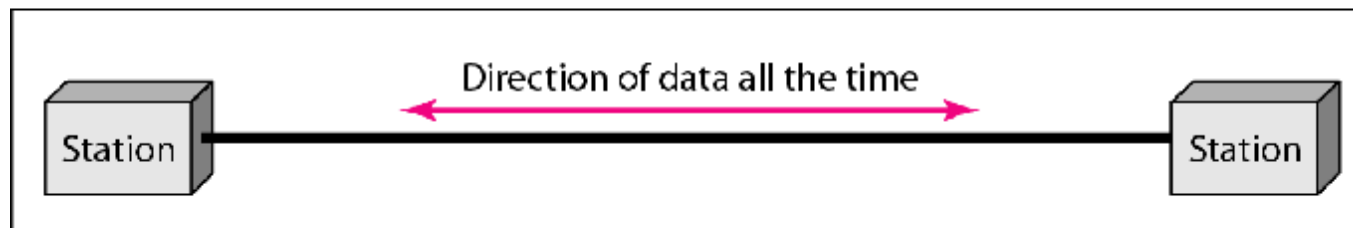
图1.2 数据流（a.单工， b.半双工， c.全双工）-举例？



a. Simplex



b. Half-duplex



c. Full-duplex

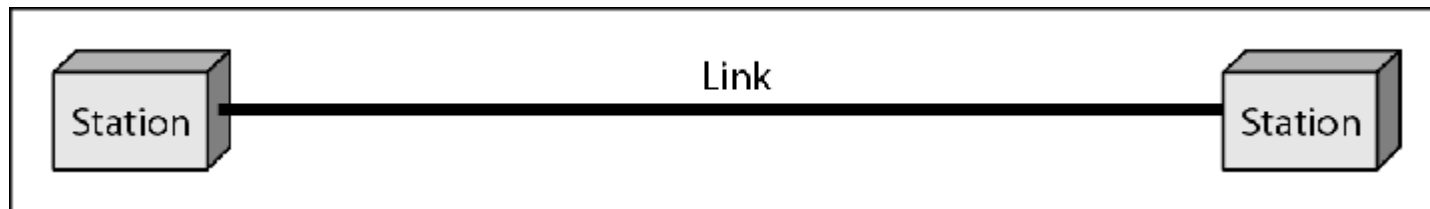
1-2 网络

p网络（network）是用通信链路连接起来的设备（通常称为**节点**）的集合。一个节点可以是计算机，打印机，或者能够发送、接收由该网络上的其他节点产生的数据的任何其他设备。

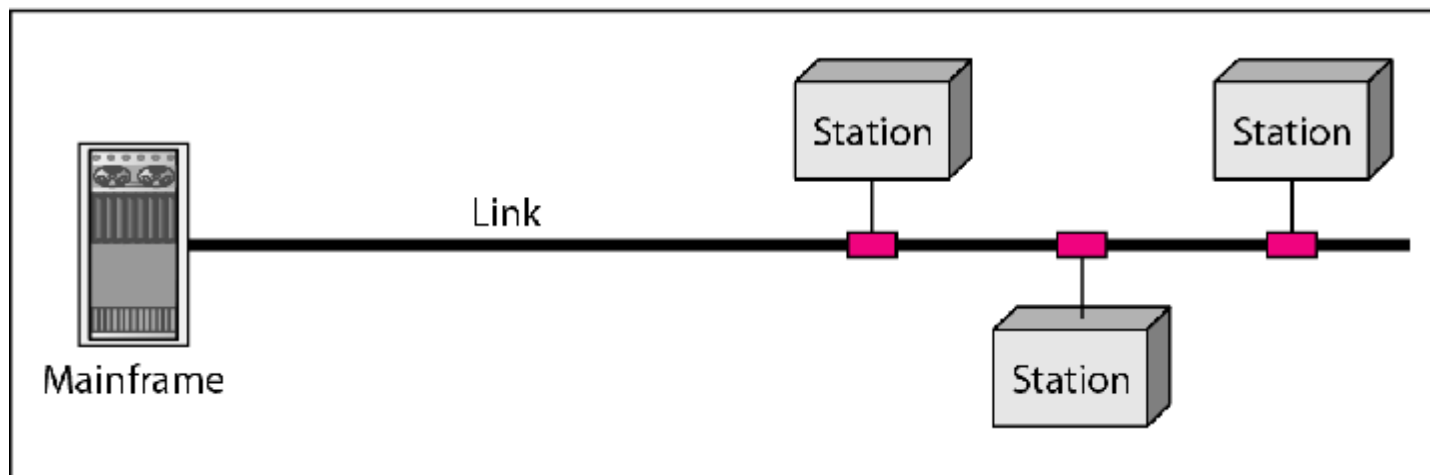
p网络准则：

- Ø性能：吞吐量和延迟
- Ø可靠性
- Ø安全性

图1.3 物理结构之连接类型： 点到点连接与多点连接



a. Point-to-point



b. Multipoint

图1.4 网络拓扑结构分类

- 所有链路及其互相连接的设备之间关系的几何表示;
- 网状、星型、总线、环状

Q: 你们宿舍的网络拓扑结构?

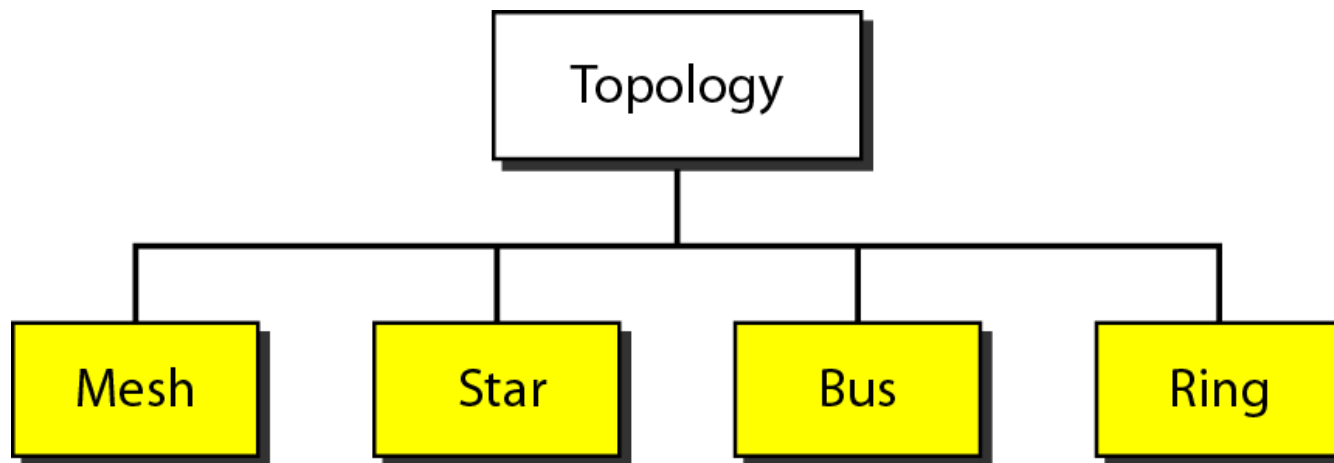


图1.5 全连接网状拓扑结构（5台设备）

p 优点？ 缺点？

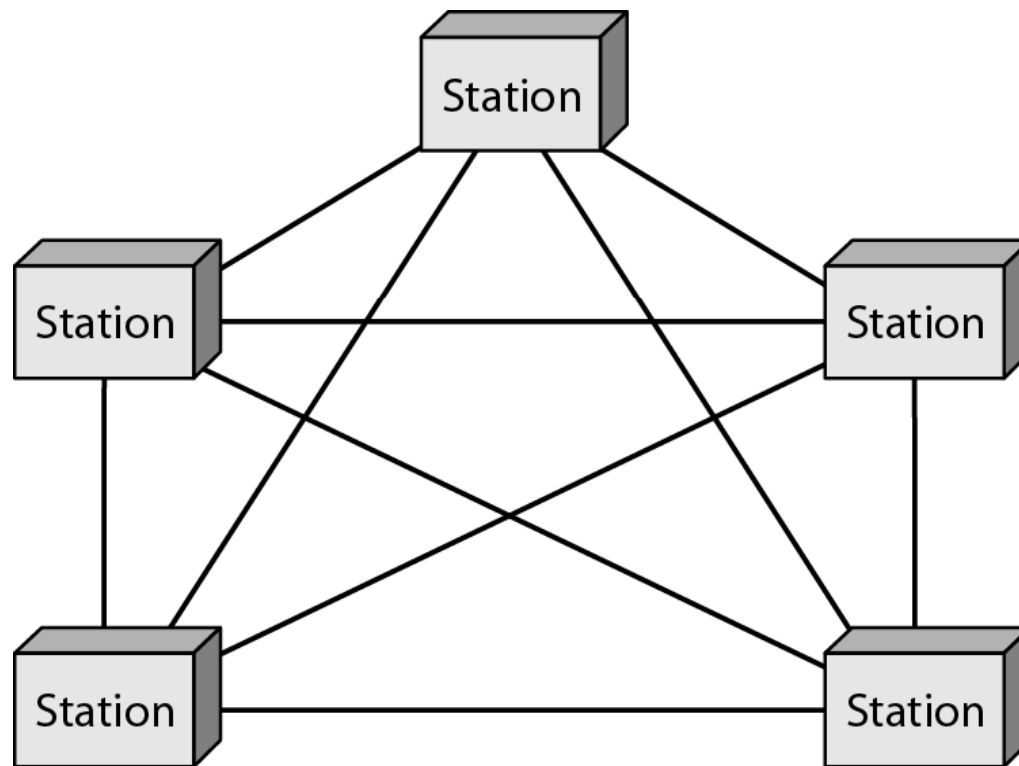


图1.6 连接4个工作站的星型拓扑结构

p 优点？ 缺点？

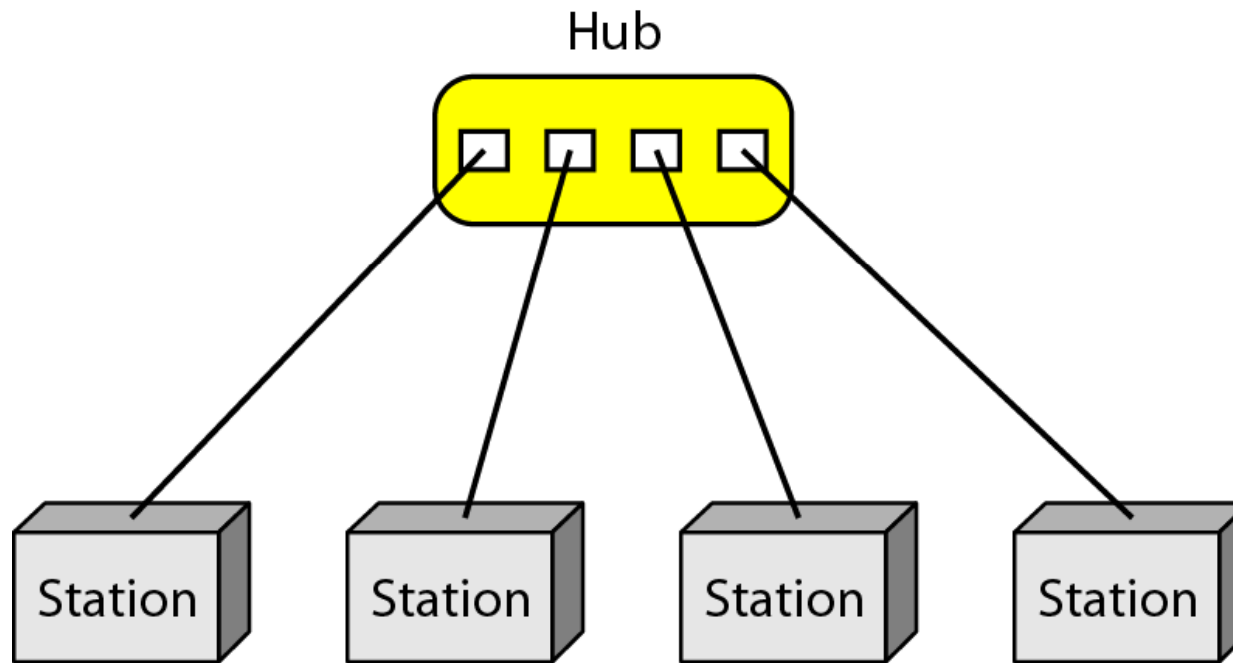


图1.7 连接3个工作站的总线拓扑结构

p 优点？ 缺点？

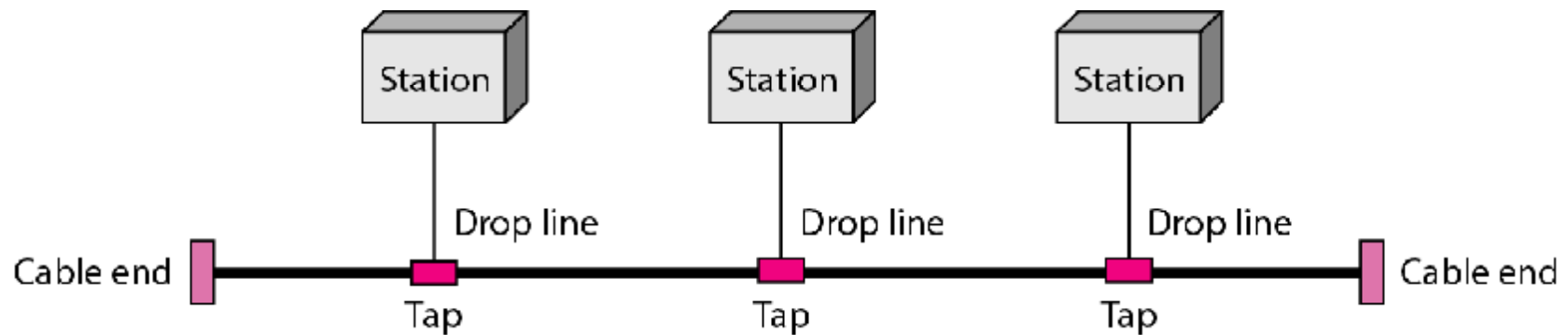


图1.8 连接6个工作站的环状拓扑结构

p 优点？ 缺点？

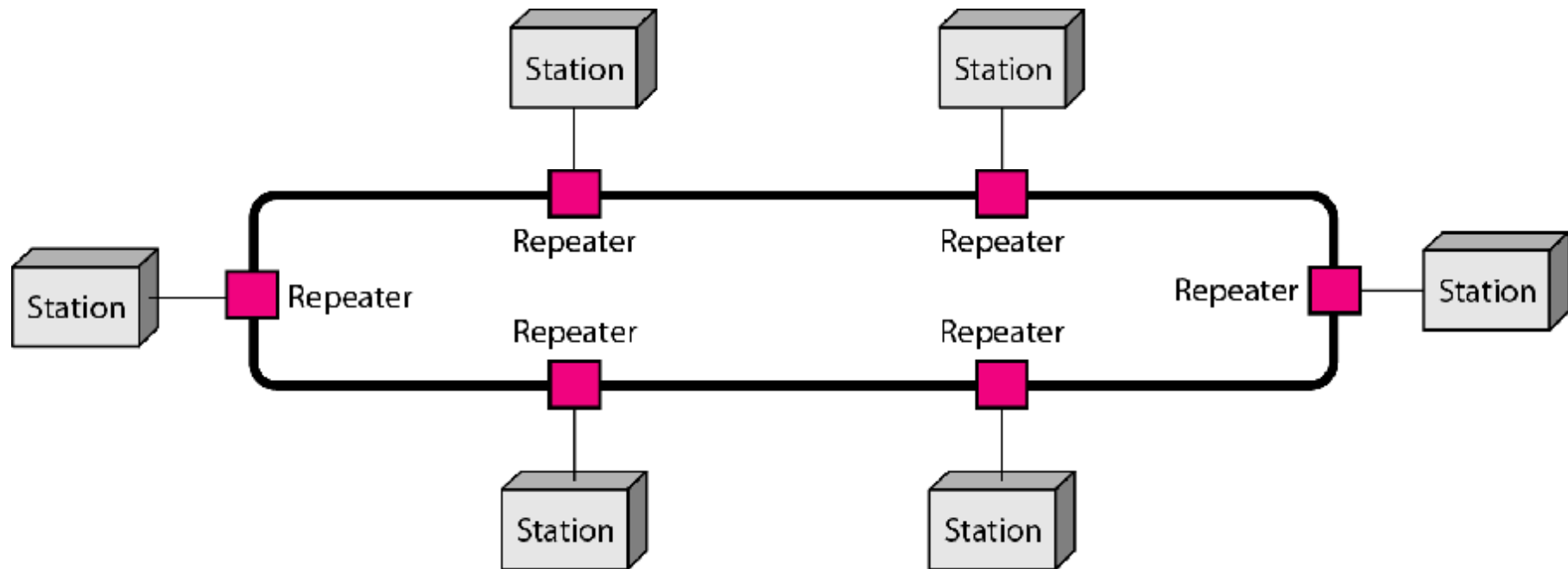
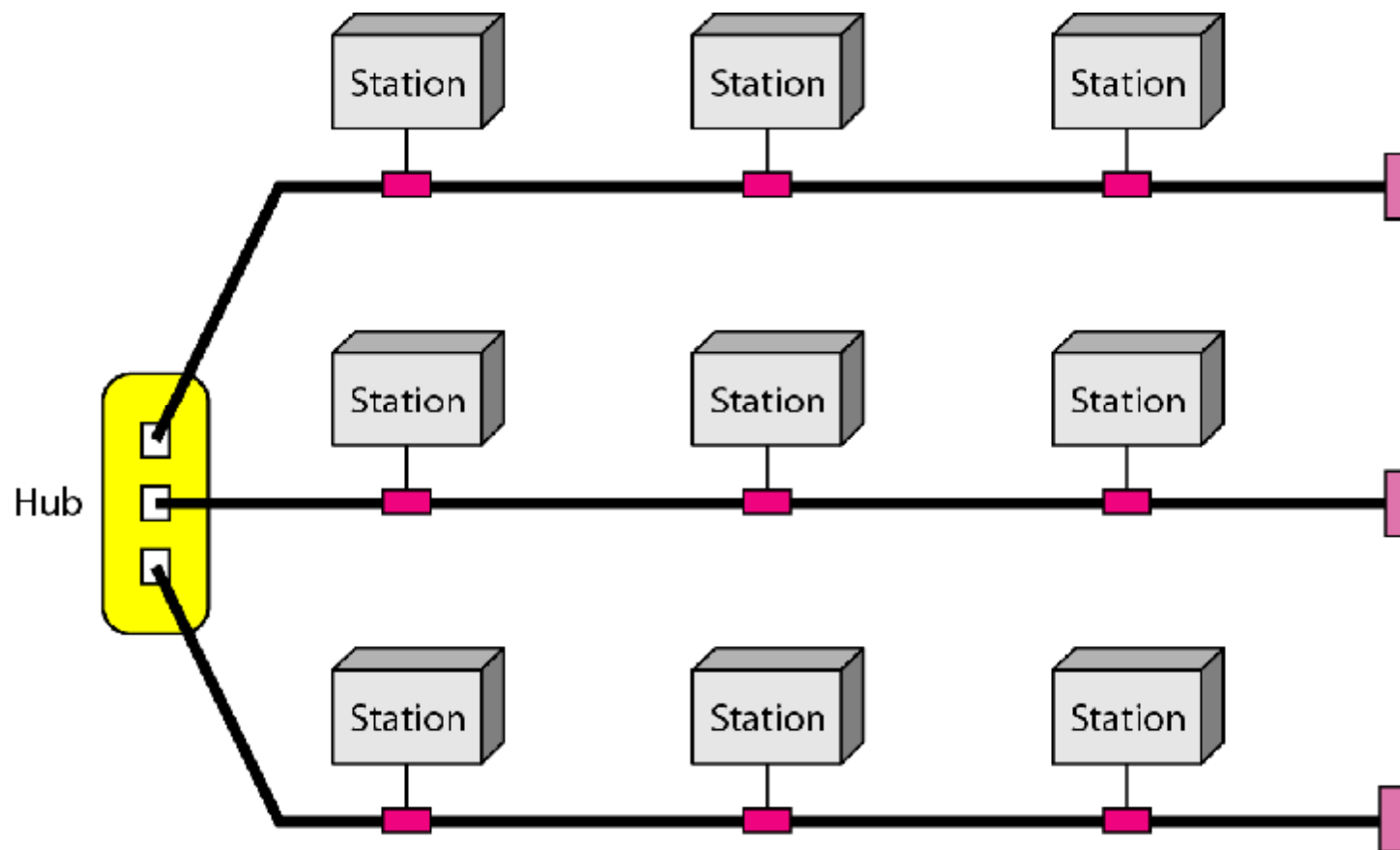


图1.9 混合型拓扑结构：一个星型结构为主干并具有三个总线结构的网络



网络分类

- p 局域网：覆盖范围较小，相连设备通常属于一个组织，速率较高
- p 广域网：覆盖范围较广，通常需要穿越公共设施，比如电信运营公司，速率较局域网低
- p 二者的界限越来越模糊

Q: Internet属于什么网络类型？

图1.10 12台计算机连接到一个集线器的独立局域网

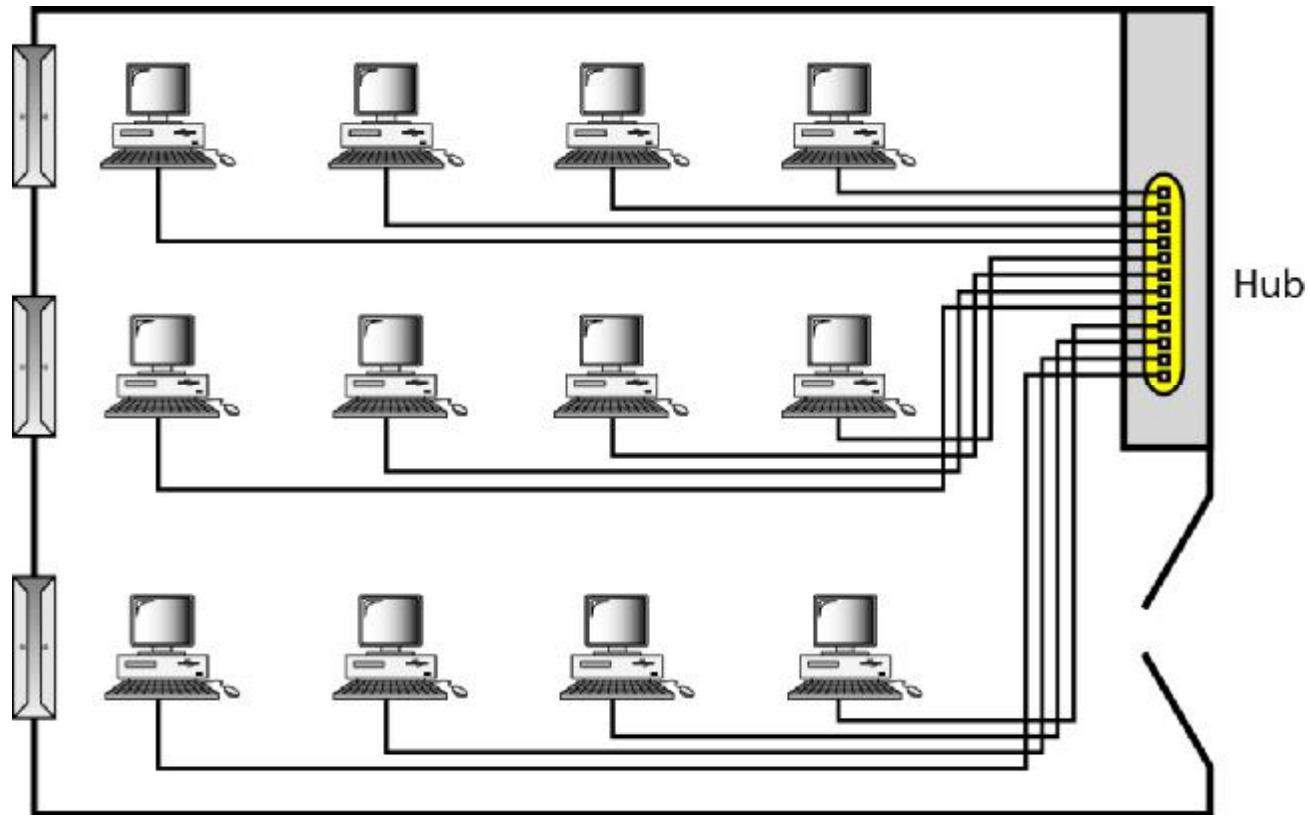
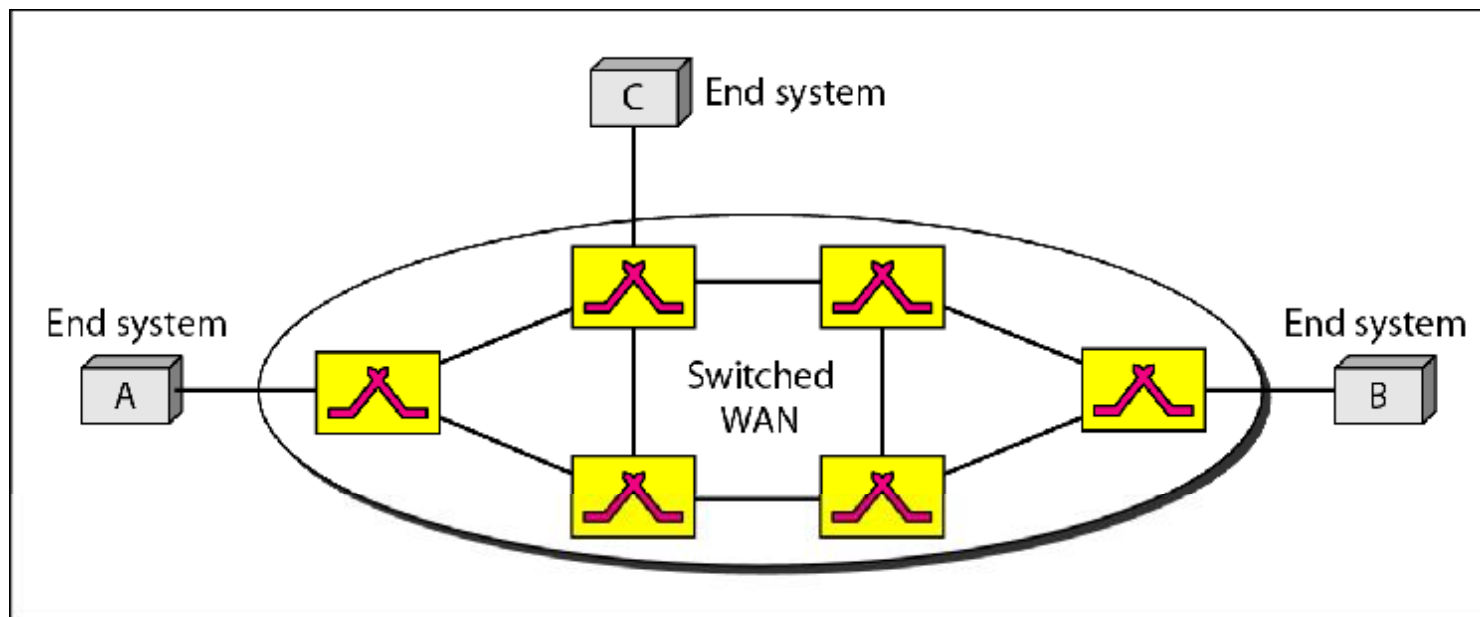
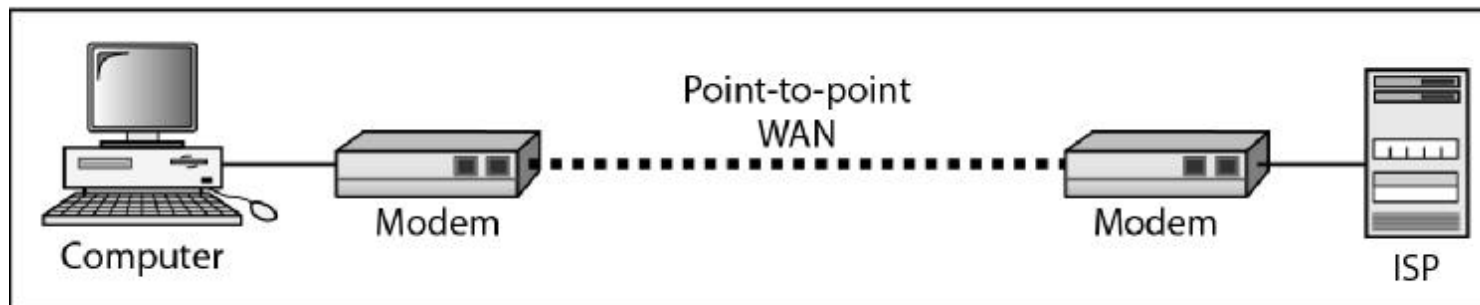


图1.11 广域网：交换广域网（X.25/FR/ATM）和点到点广域网

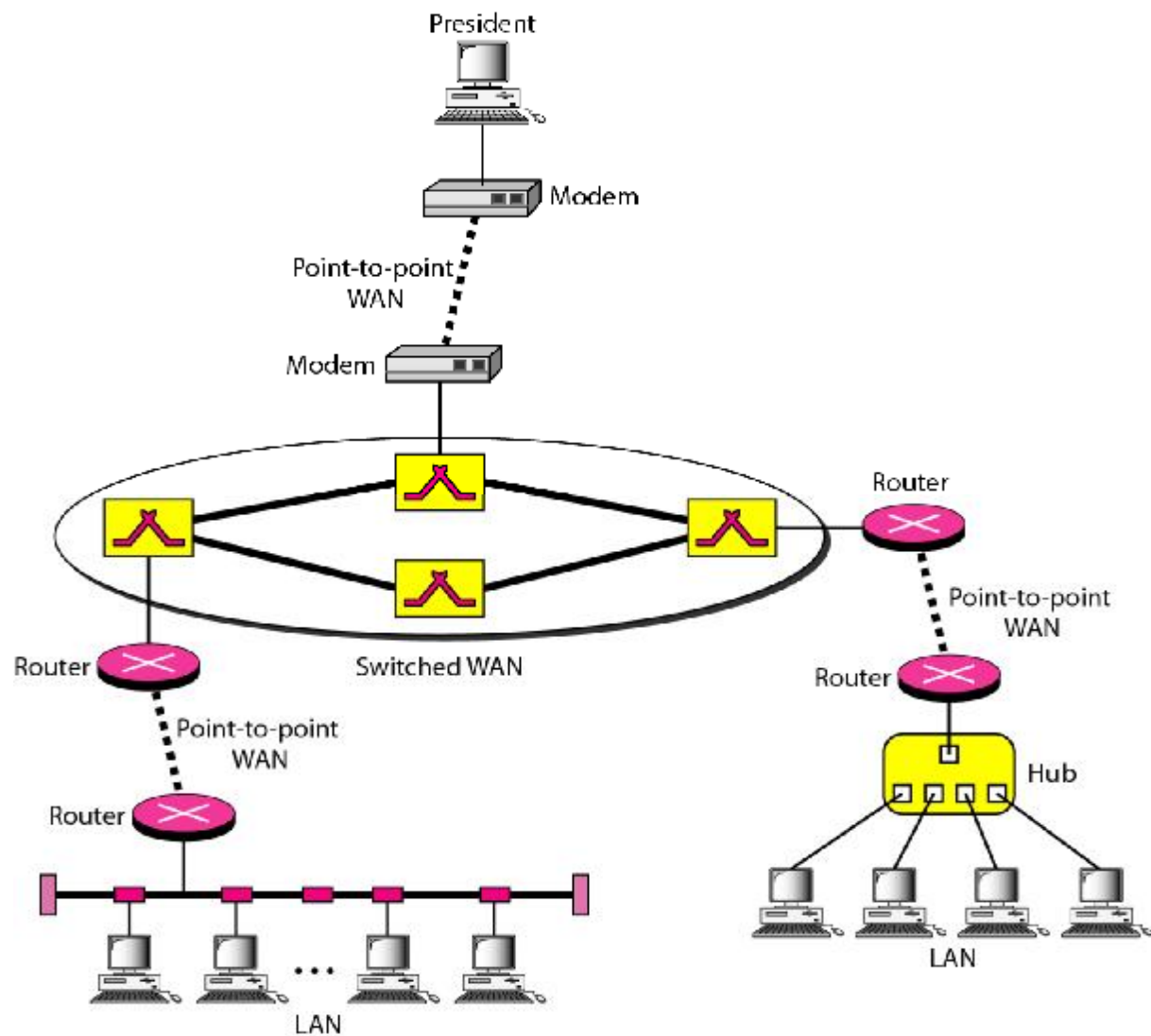


a. Switched WAN



b. Point-to-point WAN

图1.12 由四个广域网和两个局域网组成的混合网络



1-3 因特网

p因特网：即Internet，最早由美国国防部高级研究计划局（DARPA）设计，称为ARPANet（阿帕网），目的是把各种计算机连在一起；

p形成过程：

- Ø1967年在ACM会议上提出ARPANet的概念；

- Ø1969年建立阿帕网实验工程；

- Ø1970年代初，开始设计第二代网络协议：网络控制协议NCP；

- Ø1970年代中，国际信息处理联合会进一步补充和完善，导致了TCP/IP协议出现；

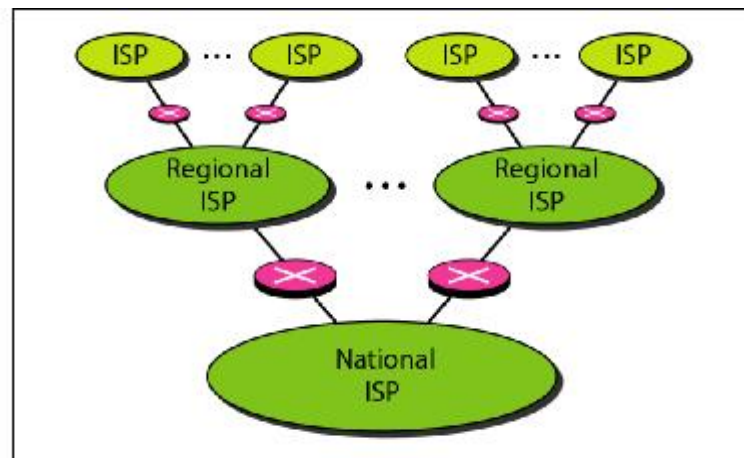
- Ø1980年代初，伯克利大学将TCP/IP加入UNIX内核；

- Ø1983年，美国国防部将NCP完全过渡到TCP/IP；

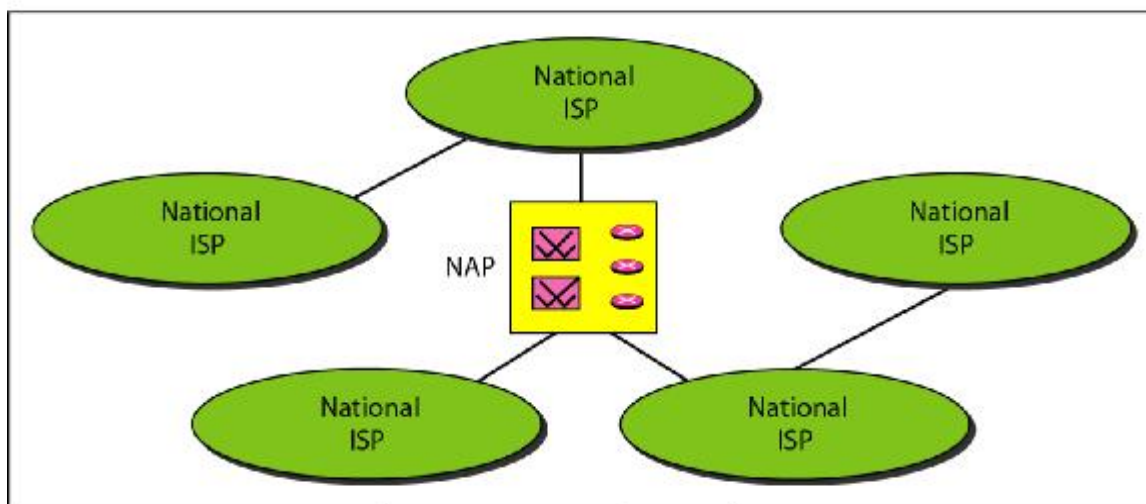
- Ø与此同时，SUN将TCP/IP引入商业领域；

- Ø1990年代TCP/IP网络即Internet得到全面推广。

图1.13 因特网层次结构组织



a. Structure of a national ISP



b. Interconnection of national ISPs

1-4 协议和标准

协议：规则的同义词，指用来管理数据通信的一组规则；或者说，对等层之间的通信由格式受限于一组规则或规约的数据块完成，这些规则或规约称为协议；

协议规定了通信的内容、通信的方式和通信的时间，包括3个核心要素：

- Ø语法（syntax）：数据的结构或格式，即它们是以何种顺序表示的；

- Ø语义（semantics）：每一个字段的含义，通常包括用于相互协调及差错处理的控制信息；

- Ø时序或定时关系（timing）：报文发送的时间或顺序及速率。

标准和标准化组织

- p 经协商达成一致，被销售商和制造商采纳的协议称为标准；
- p 两类数据通信标准：
 - Ø事实标准：未经组织认可但已经广泛使用
 - Ø法定标准：由官方认可的团体制定
- p 标准化组织：
 - Ø标准创建委员会：ISO，ITU-T，ANSI（美国国家标准协会），IEEE（电气与电子工程师协会）等
 - Ø论坛：ATM论坛等
 - Ø管理机构：联邦通信委员会FCC

因特网标准

- p Internet协会ISOC，包括Internet工程部IETF和Internet体系结构委员会IAB;
- p 因特网标准是经过完全测试的规范，最初以草案（draft）开始，经权威机构推荐以RFC（Request for Comment）的形式发表，每份rfc有一个编号;
- p 参考<http://www.ietf.org/rfc.html>