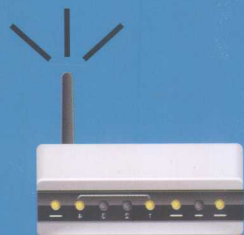




刘勇 主编 邹广慧 副主编

# 计算机 网络基础



**理论实践兼顾：**在阐明基本概念和基本原理的基础上，注重理论与实际应用兼顾。

**基础理论简练：**避免过多抽象内容，并多辅以示意图，以帮助读者理解。

**实践目的明确：**项目含有实践目的、任务、实践环境、步骤及所涉及的基础知识等内容，便于组织实施。

**重点内容突出：**每章结束有本章小结，使读者在学习前明确需要学习的内容，学习后总结重点内容。

**练习题型丰富：**每章均附有题型丰富、难度适当的习题，便于读者复习巩固本章的主要知识点。

清华大学出版社





刘勇 主编 邹广慧 副主编

# 网络基础 计算机



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书内容涵盖了计算机网络和数据通信领域的基础知识、原理和技术。全书分为9章，主要内容包括计算机网络概论、数据通信基础、网络体系结构、局域网技术、网络互联和广域网、网络互联协议TCP/IP、Internet及应用、网络管理与安全。本书编写遵循“宽、新、浅、用”的原则，通俗易懂地阐述计算机网络相关的基本概念与原理，内容条理清晰，图文并茂，容易理解。书中还提供了若干个实验项目，各章配有题型多样的习题，读者可通过完成实验和习题加深对所学知识的理解。

本书不仅可以作为高等院校、高职高专院校计算机及相关专业计算机网络基础课程的教材，也适用于继续教育网络课程的教学，同时也可作为计算机网络培训和自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础 / 刘勇主编. -- 北京 : 清华大学出版社, 2016  
ISBN 978-7-302-43349-1

I. ①计… II. ①刘… III. ①计算机网络 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第062832号

责任编辑：陈绿春 战晓雷

封面设计：潘国文

责任校对：徐俊伟

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

网址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地址：北京清华大学学研大厦A座 邮 编：100084

社总机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈：010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载：<http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者：北京富博印刷有限公司

装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂

经 销：全国新华书店

开 本：188mm×260mm 印 张：19.5 字 数：487千字

版 次：2016年8月第1版 印 次：2016年8月第1次印刷

印 数：1~2500

定 价：39.00 元

---

产品编号：066067-01

随着计算机网络技术的发展，特别是因特网在全球范围内迅速普及，计算机网络突破了人们在以往信息交流中受到的时空限制，已经成为人们获取信息、交换信息的重要途径和不可缺少的工具，对社会的发展、经济结构及人们日常生活方式产生了深刻的影响与冲击。目前计算机网络知识已成为计算机类专业及相关专业必须掌握的理论和技术基础，同时也是广大从事计算机应用和信息管理的人员应该掌握的基本知识。

本书是在作者多年从事计算机网络相关课程教学、网络组建及网络维护的实际经验的基础上，结合当前计算机网络和数据通信领域的常用技术和最新成果，遵循“宽、新、浅、用”的原则编写的，旨在使读者系统地学习计算机网络的基础知识，了解计算机网络运行的基本机制、基本技术和实现原理，对计算机网络形成一个整体的概念与理解，在具体网络应用实践中，不仅知道“怎么做”，更重要的是知道“为什么”，为以后的专业技术学习打下较为扎实的基础。

本书编写时主要考虑了内容的层次、顺序，还有课程讲授时的便利。主要内容安排按照层次，先基础后应用，循序渐进地介绍计算机网络的基础知识、局域网、广域网和网络互联技术、网络互联协议 TCP/IP 和 Internet 及应用、网络管理与安全。

全书共分为 9 章、5 个知识模块。

第 1~3 章介绍计算机网络的基础知识，包括网络概论、数据通信基础和网络体系结构等内容，其中最主要的是数据通信基础和网络体系结构。数据通信基础介绍了计算机网络中数据通信的基础知识和在数据通信系统中如何将数据变成可以传输的信号，信号如何在传输介质上传输和如何进行差错控制的主要技术；网络体系结构按层次介绍计算机网络应具备的功能，网络体系结构是计算机网络的核心内容，理解了网络体系结构，就等于理解了计算机网络的全部内容。

第 4 章和第 5 章介绍了具体的计算机网络技术，包括局域网、广域网和网络互联技术。局域网内容包括局域网基础知识、局域网的主要技术、几种不同类型的局域网和网络操作系统，以及在局域网中可使用的网络协议。广域网内容包括广域网基础知识、广域网的主要技术、几种不同类型的广域网；网络互联主要介绍网络互联要解决的问题及不同网络互联设备的功能与区别。

第 6 章和第 7 章介绍网络互联协议 TCP/IP 和 Internet 及应用。网络互联协议内容包括 TCP/IP 体系结构、各层的主要协议和 IPv6；Internet 及应用内容包括 Internet 工作模式、域名系统、Internet 提供的主要服务和接入 Internet 的方式。

第 8 章概括了网络管理和安全的基本知识，包括网络管理体系结构、简单网络管理协议、常见的网络攻击与防范、计算机病毒以及防火墙技术。

第9章提供了若干个网络实验。

本书作为计算机网络入门图书，特别注意知识的先后顺序，后面的内容往往以前面的知识作为支撑。因此，建议读者按照章节顺序依次学习，特别是前3章的内容，更是正确理解和掌握其他章节内容的前提。本书的编写特色如下：

- ※ 重视基础，在阐明基本概念和基本原理的基础上，注重理论与实际应用兼顾。
- ※ 基础理论叙述简练，避免过多的抽象内容，并多辅以示意图，以帮助读者理解。
- ※ 实验项目含有实验目的、基础知识、实践设备、实验内容及步骤等内容，便于组织实施。
- ※ 每章开始列出本章的知识点，每章结束有本章小结，使读者在学习前明确需要学习的内容，学习后总结重点内容。
- ※ 每章均附有题型丰富、难度适当的习题，便于读者复习巩固本章的主要知识点。

本书配有免费的电子课件，有需要者可与清华大学出版社联系。

本书由刘勇主编，并对全部初稿做了修改和定稿，邹广慧任副主编，参加本书编写的教师还有王国霞、王晶晶和朱红。第1、2、3、6章由刘勇编写，第4章由王国霞、王晶晶编写，第5、7章由邹广慧编写，第8章由朱红编写，第9章由王晶晶编写。

本书的编写得到了“十二五”期间高等学校本科教学质量与教学改革工程建设项目和北京科技大学教材建设经费资助。同时，编者在编写过程中还得到了同事和朋友的关心与帮助，在此一并致谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足或疏漏之处，敬请同行和广大读者批评指正。

编者

2016年6月

## 第 1 章 计算机网络概述 .....001

1.1 计算机网络的产生与发展 .....	001
1.1.1 面向终端的计算机通信网 .....	002
1.1.2 以共享为目标的计算机网络 .....	002
1.1.3 开放的国际标准化计算机网络 .....	003
1.1.4 互连网络和高速计算机网络 .....	003
1.2 计算机网络的概念与功能 .....	004
1.2.1 计算机网络的概念 .....	004
1.2.2 计算机网络的功能 .....	004
1.3 计算机网络的组成与逻辑结构 .....	005
1.3.1 计算机网络系统的组成 .....	005
1.3.2 计算机网络的逻辑结构 .....	006
1.4 计算机网络的拓扑结构 .....	007
1.4.1 总线型拓扑结构 .....	007
1.4.2 星形拓扑结构 .....	008
1.4.3 环形拓扑结构 .....	008
1.4.4 树状拓扑结构 .....	009
1.4.5 网状拓扑结构 .....	009
1.5 计算机网络的分类 .....	009
1.5.1 按网络的传输技术分类 .....	010
1.5.2 按网络的覆盖范围分类 .....	010
本章小结 .....	012
习题 .....	012

## 第 2 章 数据通信基础 .....014

2.1 数据通信的基本知识 .....	014
2.1.1 信息、数据和信号 .....	014
2.1.2 数据通信系统 .....	016
2.1.3 数据通信系统的连接方式 .....	018
2.1.4 数据通信系统的主要性能指标 .....	019

2.2 数据编码 .....	023
2.2.1 数字数据的模拟信号编码 .....	023
2.2.2 数字数据的数字信号编码 .....	024
2.2.3 模拟数据的数字信号编码 .....	025
2.3 数据传输方式 .....	027
2.3.1 并行传输和串行传输 .....	027
2.3.2 异步传输和同步传输 .....	028
2.3.3 单工、半双工和全双工传输 .....	030
2.3.4 基带传输和频带传输 .....	031
2.4 多路复用技术 .....	032
2.4.1 频分多路复用 .....	032
2.4.2 时分多路复用 .....	033
2.4.3 波分多路复用 .....	034
2.4.4 码分多路复用 .....	035
2.5 数据交换技术 .....	035
2.5.1 电路交换 .....	036
2.5.2 存储转发交换 .....	037
2.5.3 高速交换技术 .....	039
2.6 传输介质 .....	039
2.6.1 双绞线 .....	040
2.6.2 同轴电缆 .....	040
2.6.3 光纤 .....	041
2.6.4 无线传输 .....	042
2.7 差错控制技术 .....	043
2.7.1 差错的产生及其控制 .....	043
2.7.2 差错控制编码 .....	044
2.7.3 差错控制方式 .....	046
本章小结 .....	047
习题 .....	048

## 第 3 章 计算机网络体系结构 .....052

3.1 网络体系结构基本概念 .....	052
----------------------	-----

3.1.1	通信协议	052	4.1.2	局域网的组成	096
3.1.2	网络体系结构	053	4.1.3	决定局域网特性的主要技术	097
3.1.3	分层结构中的相关概念	054	4.2	局域网体系结构	098
3.2	OSI 参考模型	056	4.2.1	局域网体系结构	098
3.2.1	OSI/RM 的制定	056	4.2.2	IEEE 802 局域网标准	101
3.2.2	OSI/RM 结构及各层功能	057	4.3	介质访问控制方法	102
3.2.3	OSI/RM 中的数据传送	059	4.3.1	CSMA/CD 访问控制与 IEEE 802.3 标准	102
3.3	物理层	060	4.3.2	令牌环访问控制与 IEEE 802.5 标准	104
3.3.1	物理层功能与协议	060	4.3.3	令牌总线访问控制与 IEEE 802.4 标准	106
3.3.2	物理层协议举例	061	4.4	以太网	107
3.4	数据链路层	062	4.4.1	以太网概述	107
3.4.1	数据链路层的功能与服务	062	4.4.2	传统以太网	108
3.4.2	帧的封装	063	4.4.3	快速以太网	111
3.4.3	差错控制	064	4.4.4	千兆位以太网	113
3.4.4	流量控制	066	4.5	光纤分布式数据接口 FDDI	114
3.4.5	数据链路层协议举例	068	4.5.1	FDDI 的拓扑结构	114
3.5	网络层	070	4.5.2	FDDI 的介质访问控制方法	114
3.5.1	网络层提供的服务	071	4.5.3	FDDI 的技术特性	114
3.5.2	路由选择	074	4.6	交换式局域网	115
3.5.3	拥塞控制	076	4.6.1	共享式网络和交换式网络的区别	115
3.5.4	网络互联	078	4.6.2	以太网交换机的工作原理	115
3.5.5	网络层协议举例	078	4.6.3	交换式以太网的基本结构与特点	116
3.6	传输层	080	4.7	虚拟局域网	117
3.7	高层简介	083	4.7.1	虚拟局域网概念与结构	117
3.7.1	会话层	083	4.7.2	虚拟局域网的组网方法	118
3.7.2	表示层	084	4.8	无线局域网	119
3.7.3	应用层	085	4.8.1	无线局域网概念	119
3.8	TCP/IP 模型	086	4.8.2	无线局域网标准	120
3.8.1	TCP/IP 模型结构	086	4.8.3	无线局域网传输技术	121
3.8.2	OSI/RM 与 TCP/IP 的比较	088	4.8.4	无线局域网的组建	122
本章小结		088	4.9	局域网操作系统及常用协议	124
习题		090	4.9.1	网络操作系统概述	124
			4.9.2	典型的局域网操作系统	125
			4.9.3	局域网常用协议	127
			本章小结		128
<b>第 4 章</b>					
<b>计算机局域网 .....095</b>					
4.1	局域网概述	095			
4.1.1	局域网的概念和特点	095			

习题 .....	130	6.3 控制报文协议 ICMP .....	175
<b>第 5 章</b>		6.4 地址解析协议 ARP 和 RARP .....	176
<b>广域网与网络互联 .....</b>	<b>134</b>	6.5 传输层协议 .....	178
5.1 广域网技术基础 .....	134	6.5.1 协议端口号 .....	178
5.1.1 广域网概述 .....	134	6.5.2 用户数据报协议 .....	179
5.1.2 电路交换网 .....	136	6.5.3 传输控制协议 .....	180
5.1.3 分组交换网 .....	138	6.6 应用层协议 .....	185
5.1.4 异步传输模式 .....	141	6.7 新一代互联网协议 IPv6 简介 .....	185
5.1.5 数字数据网 .....	144	6.7.1 IPv6 的优势 .....	186
5.2 网络互联概述 .....	145	6.7.2 IPv6 报文格式 .....	186
5.2.1 网络互联的概念 .....	145	6.7.3 IPv6 地址 .....	189
5.2.2 网络互联的形式 .....	146	6.7.4 IPv4 向 IPv6 过渡 .....	190
5.2.3 网络互联的层次 .....	147	本章小结 .....	193
5.3 网络互联设备 .....	148	习题 .....	194
5.3.1 物理层互联设备 .....	148	<b>第 7 章</b>	
5.3.2 数据链路层互联设备 .....	149	<b>Internet 及应用 .....</b>	<b>198</b>
5.3.3 网络层互联设备 .....	152	7.1 Internet 概述 .....	198
5.3.4 应用层互联设备 .....	155	7.1.1 Internet 的基本概念 .....	198
5.4 路由协议 .....	155	7.1.2 Internet 的发展 .....	199
5.4.1 路由协议的类型 .....	156	7.1.3 Internet 的特点 .....	201
5.4.2 内部网关协议 .....	157	7.1.4 Internet 的工作模式 .....	201
5.4.3 外部网关协议 .....	158	7.2 Internet 域名系统 .....	202
本章小结 .....	159	7.2.1 域名系统 .....	202
习题 .....	160	7.2.2 域名解析 .....	205
<b>第 6 章</b>		7.3 Internet 提供的基本服务 .....	206
<b>网络互联协议 TCP/IP .....</b>	<b>163</b>	7.3.1 万维网 .....	206
6.1 TCP/IP 协议簇简介 .....	163	7.3.2 电子邮件 .....	210
6.1.1 TCP/IP 各层的协议 .....	164	7.3.3 文件传输 .....	212
6.1.2 基于 TCP/IP 的数据传输过程 .....	165	7.3.4 远程登录 .....	214
6.1.3 TCP/IP 协议的特点 .....	166	7.4 Internet 接入技术 .....	215
6.2 互联网协议 IP .....	166	7.4.1 接入网的概念 .....	215
6.2.1 IP 的主要功能和提供的服务 .....	166	7.4.2 窄带接入技术 .....	215
6.2.2 IP 数据报的格式及封装 .....	167	7.4.3 宽带接入技术 .....	218
6.2.3 IP 地址 .....	169	7.5 Intranet 基本知识 .....	223
6.2.4 子网与子网掩码 .....	172	7.5.1 Intranet 的概念 .....	223
		7.5.2 Intranet 的组成 .....	224



7.5.3 Intranet 的特点及应用 .....225

本章小结 .....225

习题 .....226

**第 8 章  
网络管理与安全 .....229**

8.1 网络管理基础 .....229

8.1.1 网络管理简介 .....229

8.1.2 网络管理体系结构 .....231

8.1.3 简单网络管理协议 .....232

8.1.4 网络管理系统 .....233

8.1.5 常用网络测试命令 .....235

8.2 网络安全基础 .....237

8.2.1 网络安全的基本概念 .....237

8.2.2 网络安全威胁 .....238

8.2.3 常见的网络攻击 .....238

8.2.4 网络安全服务与机制 .....241

8.2.5 网络安全的防范措施 .....242

8.3 防火墙技术 .....245

8.3.1 防火墙的概念 .....245

8.3.2 防火墙的类型 .....246

8.4 计算机病毒及其防范 .....249

8.4.1 计算机病毒简介 .....249

8.4.2 计算机病毒的分类 .....250

8.4.3 网络病毒的防范 .....252

8.4.4 反病毒基础知识 .....253

本章小结 .....256

习题 .....257

**第 9 章  
网络实验 .....260**

9.1 网线制作 .....260

9.1.1 实验目的 .....260

9.1.2 基础知识 .....260

9.1.3 实验设备 .....261

9.1.4 实验内容及步骤 .....261

9.2 对等网的组建与配置 .....262

9.2.1 实验目的 .....262

9.2.2 基础知识 .....262

9.2.3 实验设备 .....263

9.2.4 实验内容及步骤 .....263

9.3 无线局域网的组建与配置 .....271

9.3.1 实验目的 .....271

9.3.2 基础知识 .....271

9.3.3 实验设备 .....271

9.3.4 实验内容及步骤 .....271

9.4 交换机的基本配置 .....274

9.4.1 实验目的 .....274

9.4.2 基础知识 .....274

9.4.3 实验设备 .....275

9.4.4 实验内容及步骤 .....275

9.5 网络通信协议分析 .....279

9.5.1 实验目的 .....279

9.5.2 基础知识 .....279

9.5.3 实验设备 .....279

9.5.4 实验内容及步骤 .....279

9.6 DNS 服务器的配置 .....284

9.6.1 实验目的 .....284

9.6.2 基础知识 .....284

9.6.3 实验设备 .....285

9.6.4 实验内容及步骤 .....285

9.7 使用 IIS 构建 Web 和 FTP 服务器 .....289

9.7.1 实验目的 .....289

9.7.2 基础知识 .....289

9.7.3 实验设备 .....289

9.7.4 实验内容及步骤 .....289

9.8 常用网络检测命令 .....299

9.8.1 实验目的 .....299

9.8.2 基础知识 .....299

9.8.3 实验设备 .....299

9.8.4 实验内容及步骤 .....299

本章小结 .....301

**参考文献 .....302**

# 第 1 章

## 计算机网络概述

计算机网络是利用通信线路和通信设备，把地理上分散并且具有独立功能的多个计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，通过功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统集合。

### 本章要点

- ※ 计算机网络的产生与发展
- ※ 计算机网络的基本概念与逻辑结构
- ※ 计算机网络的拓扑结构
- ※ 计算机网络的分类

### 1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是随着计算机技术和通信技术的发展而不断发展的，其发展速度异常迅猛，从 20 世纪 70 年代兴起，直到 20 世纪 90 年代形成全球互联的因特网，计算机网络已成为 IT 界发展最快的技术领域之一，对信息时代的人类社会发展产生着巨大影响。

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系，随着计算机应用的发展，用户希望通过多台计算机互连实现资源共享。20 世纪 50 年代初，由于美国军方的需要，美国半自动地面防空系统 (SAGE) 的研究开始了计算机技术和通信技术相结合的尝试，当时 SAGE 系统将远距离的雷达和测控设备的数据经过通信线路传到一台 IBM 计算机上进行处理。而世界上公认的第一个最成功的现代计算机网络是由美国国防部高级研究计划署 (Advanced Research Project Agency, ARPA) 组织并成功研制的 ARPAnet 网络。ARPAnet 最初建成的是具有 4 个接入点的试验网络，1971 年 2 月建成具有 15 个接入点、23 台主机的网络并投入使用，这就是通常认为的现代计算机网络的起源，同时也是 Internet 的起源。

计算机技术与通信技术的相互结合主要体现在两个方面：一方面，通信技术为多台计算机之间的数据传输、信息交流和资源共享提供了必要的通信手段；另一方面，计算机技术反过来又应用于通信技术的各个领域，大大提高了通信系统的性能，并在用户应用需求的促进下得到进一步发展。随着计算机技术和通信技术的不断发展，计算机网络也经历了从简单到

复杂、从单机到多机的发展过程，其演变过程经过了以下 4 个阶段：面向终端的计算机通信网、以共享为目标的计算机网络、开放式标准化的计算机网络，以及互联网络与高速网络。

### 1.1.1 面向终端的计算机通信网

从 20 世纪 50 年代到 20 世纪 60 年代末，计算机技术与通信技术初步结合，形成了计算机网络的雏形。此时的网络指以单台计算机为中心的远程联机系统，利用分时多用户系统支持多个用户通过多台终端共享单台计算机的资源，如图 1-1 所示，使一台主机可以让几十个甚至上百个用户同时使用。美国在 1963 年投入使用的飞机订票系统 SABRE-1 就是这类系统的典型代表之一，此系统以一台中心计算机为主机，将全美国范围内的 2000 多个终端通过电话线连接到中心计算机上，实现并完成订票业务。

随着联机的终端数增多，这种系统存在两个明显的缺点：一是在每个终端和主机之间都有一条专用的通信线路，线路的利用率比较低；二是主机负担较重。为了减轻承担数据处理的中心计算机的负担，在通信线路和中心计算机之间设置了一个前端处理机（Front End Processor, FEP），专门负责中心计算机与终端之间的通信控制，中心计算机则专门负责数据处理，从而体现了通信控制和数据处理的分工，更好地发挥了中心计算机的数据处理能力。另外，使用集中器连接多个终端，使多台终端共用一条线路与主机通信，提高了线路的利用率。

严格地说，这类简单的“终端 - 通信线路 - 计算机”联机系统与以后发展成熟的计算机网络相比，存在着根本的不同。这样的系统除了一台中心计算机外，其余的终端设备都没有数据处理功能，因此还不能说是计算机网络。为了更明确地区别后来发展的多个有独立处理能力的计算机系统互联在一起的计算机网络，所以称这种系统为“面向终端的计算机通信网”。

### 1.1.2 以共享为目标的计算机网络

第二代计算机网络是以共享为目标的计算机网络。面向终端的通信网只能在终端和主机之间进行通信，计算机之间无法通信。从 20 世纪 60 年中期开始，在计算机通信网的基础上，完成了计算机体系结构与协议的研究，可以将分散在不同地点的计算机通过通信设备互联在一起，相互共享资源，开创了“计算机 - 计算机”网络通信时代，如图 1-2 所示。1969 年诞生了世界上第一个计算机网络——ARPAnet，标志着计算机网络的兴起，实现了真正意义上的计算机网络。

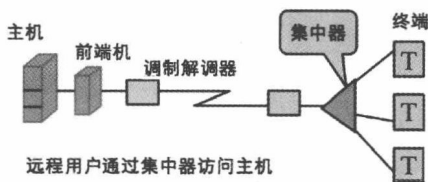


图 1-1 面向终端的计算机通信网

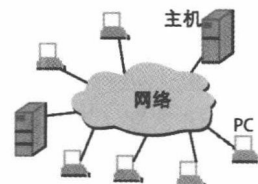


图 1-2 以共享为目标的计算机网络

ARPAnet 的主要目标是借助通信系统，使网内各个计算机系统之间能够共享资源。此外，ARPAnet 网络提出了资源子网和通信子网的两级结构概念，将一个计算机网络从逻辑上划分为通信子网和资源子网两大部分，将数据传输和数据处理从业务功能上分开。通信子网负责数据传输和转发的通信任务；资源子网负责全网的面向应用的数据处理，并向网络用户提供各种网络资源和网络服务。当今的计算机网络仍沿用这种组合方式。ARPAnet 还提出了报文

分组交换的数据交换方法，它是一种分组交换网，分组交换技术使计算机网络的概念、结构和网络设计都发生了根本的变化。ARPAnet 是计算机网络技术发展中的一个里程碑，对后继的计算机网络技术的发展起到了重要的作用，并为 Internet 的形成奠定了基础。

ARPAnet 的主要特点是资源共享、分散控制、分组交换，并采用专门的通信控制处理机、分层的网络协议。这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。20 世纪 70 年代中期，随着个人计算机（PC）的问世，使个人或者企业可以很容易地拥有一台或多台计算机，出现了计算机局域网，促进了计算机网络的进一步发展。

### 1.1.3 开放的国际标准化计算机网络

第三代计算机网络是开放式的国际标准化计算机网络。这个阶段解决了计算机网络间互联标准化的问题，要求各个网络具有统一的网络体系结构，并遵循国际开放式标准，以实现“网与网互联，异构网互联”。计算机网络是非常复杂的系统，计算机与计算机之间相互通信涉及许多复杂的技术问题，为了实现计算机网络通信，采用的是分层解决网络技术问题的方法。但是，由于一些大的计算机公司已经开展了计算机网络研究与产品开发工作，提出了各自的分层体系和网络协议，如 IBM 公司的 SNA（System Network Architecture）、DEC 公司的 DNA(Digital Network Architecture) 等，它们的产品之间很难实现互联。为此，20 世纪 70 年代后期加速了体系结构与协议国际化的研究与应用。依据标准化水平可分为两个阶段：各计算机制造厂商网络结构标准化阶段和国际网络体系结构标准 ISO/OSI 阶段。

国际标准化组织（ISO）的计算机与信息处理标准化技术委员会成立了一个专门机构，研究和制定网络通信标准，在解决了计算机联网和网络互联标准的基础上，提出了开放系统互联参考模型及相应协议。1984 年 ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互联基本参考模型”国际标准 ISO 7498，简称 OSI RM（Open System Interconnection Basic Reference Model），即著名的 OSI 七层模型，使网络体系结构实现了国际化，形成了具有统一的网络体系结构、遵循国际化协议的计算机网络。遵循国际化协议的计算机网络具有统一的网络体系结构，厂商需按照共同认可的国际标准开发自己的网络产品，从而保证不同厂商的产品可以在同一个网络中进行通信，这就是“开放”的含义。OSI RM 及标准协议的制定和完善大大加速了计算机网络的发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准，并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。

20 世纪 80 年代以后，随着局域网技术的不断成熟和互联技术及通信技术的高速发展，出现了 TCP/IP 协议支持的全球互联网 Internet，在世界范围内得到广泛应用，并向高速、智能的方向发展。目前存在着两种处于主导地位的网络体系结构：一种是国际标准化组织 ISO 提出的 OSI 参考模型；另一种是 Internet 所使用的事实上的工业标准 TCP/IP 参考模型。

### 1.1.4 互联网络和高速计算机网络

第四代计算机网络是互联、高速计算机网络。进入 20 世纪 90 年代形成了全球的网络——Internet，计算机网络技术和网络应用得到了迅猛发展，各种类型的网络全面互联，并向宽带化、高速化、智能化方向发展。主要表现在发展了以 Internet 为代表的互联网和发展高速网络。

1993 年美国政府公布了国家信息基础设施（National Information Infrastructure, NII）行动计划，即信息高速公路计划。这里的“信息高速公路”是指数字化大容量光纤通信网络，

用以把政府机构、企业、大学、科研机构 and 家庭的计算机联网。美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速、可靠的“互联网 2”和下一代互联网。以下一代互联网为中心的新一代网络成为新的技术热点，目前 IPv6 技术的研究和发展成为构建高性能的下一代网络的基础工作。可以说，网络互联和高速计算机网络正成为最新一代计算机网络的发展方向。

## 1.2 计算机网络的概念与功能

### 1.2.1 计算机网络的概念

现代计算机网络系统又简称“计算机网络”，对“计算机网络”这个概念的理解和定义随着网络技术的发展有各种不同的观点。现在对计算机网络比较通用的定义是：利用通信线路和通信设备，把地理上分散并且具有独立功能的多个计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，通过功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统的集合。在计算机网络系统中，每台计算机都是独立的，它们之间的关系是建立在通信和资源共享的基础上，没有主从关系，还可以将处于不同地理位置的计算机网络系统通过互联设备和传输介质在更大的范围内连接在一起，组成互联网络，连接在网络上的计算机可以通过数据通信相互交换信息。网络定义的基本内容可以理解为：

- ※ 计算机网络是用通信线路把分散布置的多台独立计算机及专用外部设备互联，并配以相应的网络软件所构成的系统。
- ※ 建立计算机网络的主要目的是实现计算机资源的共享，使广大用户能够共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源。
- ※ 联网的计算机必须遵循统一的协议进行通信。

### 1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能是数据通信、资源共享、负荷均衡和分布处理。

#### 1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能，也是实现其他功能的基础。它用于实现不同地理位置的计算机与终端、计算机与计算机之间的数据传输。现有的很多网络应用就是通过网络的数据传输功能实现的，如电子邮件、IP 电话，以及将来要推广使用的网络多媒体通信等。

#### 2. 资源共享

资源是指网络中所用的软件、硬件和数据资源。共享是指网络中的用户可以部分或全部使用网络中的资源。资源共享包括网络中软件、硬件和数据资源的共享，这是计算机网络最主要和最有吸引力的功能。

- ※ 硬件共享：网络中的用户可以使用任意一台计算机所连接的硬件设备，包括利用其他计算机的中央处理器来分担用户的处理任务。例如，同一网络中的用户共享打印机、硬盘空间等。
- ※ 软件共享：用户可以使用远程主机的软件，既可以将相应的软件调入本地计算机执行，

也可以将数据送至对方主机中，运行软件，并返回结果。可供共享的软件包括各种语言处理程序和各类应用程序。

- ※ 数据共享：网络用户可以使用其他主机和用户的数据，可供共享的数据主要是网络中设置的各种专门数据库。

### 3. 负荷均衡和分布处理

负荷均衡是指网络中的负荷被均匀地分配给网络中的各个计算机系统。当网络中某台计算机负担过重时，或该计算机正在处理某项工作时，网络可以将新任务转交给空闲的计算机来完成，使网络中的负荷被均匀地分配给网络中的各个计算机系统，从而提高处理的实时性。

在具有分布处理能力的计算机网络中，可以将同一任务分配到多台计算机上同时进行处理。对于复杂的、综合性的大型任务，可以采用合适的并行算法，将任务分散到网络中不同的计算机上去执行，由网络来完成对多台计算机的协调工作，构成高性能的计算机体系，这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机便宜得多。这种协同计算机网络支持下的分布式系统是网络研究的一个重要方向。

## 1.3 计算机网络的组成与逻辑结构

从系统构成的角度看，计算机网络由网络硬件和网络软件两大部分组成；从系统功能的角度看，计算机网络逻辑上由通信子网和资源子网两大部分构成。

### 1.3.1 计算机网络系统的组成

计算机网络系统包括硬件和软件两大部分。硬件负责数据处理和数据转发，包括计算机系统、通信设备和通信线路；软件负责控制数据通信和各种网络应用，包括网络协议和网络软件。组成计算机网络的四大要素为计算机系统、通信线路与通信设备、网络协议和网络软件。

(1) 计算机系统。具有独立功能的计算机系统是网络的基本模块，是连接的对象，负责数据信息的收集、处理、存储和提供共享资源。

(2) 通信线路与通信设备。计算机网络的硬件部分除了计算机本身以外，还要有用于连接这些计算机的通信线路和设备，即数据通信系统。其中，通信线路指的是传输介质及其介质连接部分，包括光缆、双绞线、同轴电缆、无线电等。通信设备指的是网络连接设备、互联设备，包括网卡、集线器、中继器、交换机、网桥和路由器。通信线路和通信设备在计算机之间建立一条物理通路，用于数据传输。通信线路与通信设备负责控制数据的发出、传送、接收或转发，包括信号转换、编码与解码、差错控制和路由选择等。

(3) 网络协议。在网络中为了使网络设备之间能成功地发送和接收信息，必须制定相互都能接受并遵守的约定和通信规则，这些规则的集合就称为“网络通信协议”，如 TCP/IP、SPX/IPX、NetBEUI 等。协议通常包括所传输数据的格式、差错控制方案，以及在计时与顺序上的有关约定。在网络上的通信双方必须遵守相同的协议，才能正确地交换信息。例如，Internet 使用的协议是 TCP/IP。协议的实现由软件和硬件配合完成，有些部分由网络设备来

完成。

(4) 网络软件。网络软件是控制、管理和使用网络的计算机软件。为了协调系统资源，需要通过软件对网络资源进行全面的、管理和分配，并采取一系列安全保密措施，防止用户对数据和信息不合理地访问，以防数据和信息的破坏与丢失。根据软件的功能，网络软件主要包括网络系统软件和网络应用软件。

- ※ 网络系统软件是控制和管理网络运行，提供网络通信，分配和管理共享资源的网络软件，它包括网络操作系统、网络协议软件、通信控制软件。
- ※ 网络操作系统是负责管理和调度网络上的所有硬件和软件资源的程序。它使各个部分能够协调一致地工作，为用户提供各种基本网络服务，并提供网络系统的安全性保障。常用的网络操作系统有 Windows Server、NetWare、UNIX、Linux 等。
- ※ 网络协议软件是实现各种网络协议的软件。这是网络软件中的核心部分，任何网络软件都要通过协议软件才能发挥作用。
- ※ 网络应用软件是基于计算机网络应用而开发并为网络用户解决实际问题的软件，如远程教学系统、销售管理系统、Internet 信息服务软件等。网络应用软件为用户提供访问网络、信息传输、资源共享的手段。

### 1.3.2 计算机网络的逻辑结构

从网络系统自身功能上看，计算机网络应该能够实现数据处理与数据通信两大基本功能，所以，将应用与通信功能从逻辑上分离，产生了通信子网与资源子网的概念。计算机网络从逻辑上分为资源子网和通信子网两大部分，二者在功能上各负其责，通过一系列网络协议把二者紧密结合起来，共同实现计算机网络的功能。如图 1-3 所示。资源子网负责面向应用的数据处理，实现网络资源的共享；通信子网负责面向数据通信处理和通信控制。

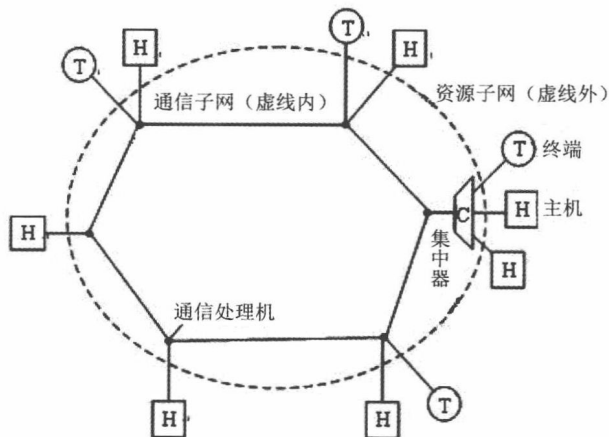


图 1-3 计算机网络的逻辑结构

- ※ 资源子网是网络中数据处理和数据存储的资源集合，负责数据处理和向网络用户提供网络资源，实现网络资源的共享。它由拥有资源的用户主机、终端、外设和各种软件资源组成。
- ※ 通信子网是网络中数据通信部分的资源集合，主要承担着全网的数据传输、加工

和变换等通信处理工作。它是由通信控制处理机 CCP、传输线路和通信设备组成的独立的数据通信系统。通信控制处理机 (Communication Control Processor, CCP) 作为通信子网中的网络结点,一方面作为资源子网的主机、终端的接口,将主机和终端连入通信子网内;另一方面又作为通信子网的数据转发结点,完成数据的接收、存储、校验和转发等功能,实现将源主机的数据准确发送到目的主机的作用。

电信部门提供的网络(如 X.25 网、DDN 网、帧中继网等)一般都作为通信子网,企业网、校园网中除了服务器和计算机外的所有网络设备和网络线路构成的网络也可称为通信子网。通信子网与具体的应用无关。

## 1.4 计算机网络的拓扑结构

网络拓扑结构是指网络中连接网络设备的物理线缆铺设的几何形状,用以表示网络形状。网络拓扑结构影响着整个网络的性能、可靠性和成本等重要指标,特别是在局域网中,网络拓扑结构与介质访问控制方法密切相关,或者说,局域网使用什么协议在很大程度上和所使用的网络拓扑结构有关。在设计和选择网络拓扑结构时,应考虑以下因素:功能强,技术成熟,费用低,灵活性好,可靠性高。

网络拓扑结构有总线型、星形、环形、树状和网状等几种。局域网的常用网络拓扑结构有星形、总线型、树状和环形,广域网大多采用不规则的网状结构。拓扑结构示意图如图 1-4 所示。

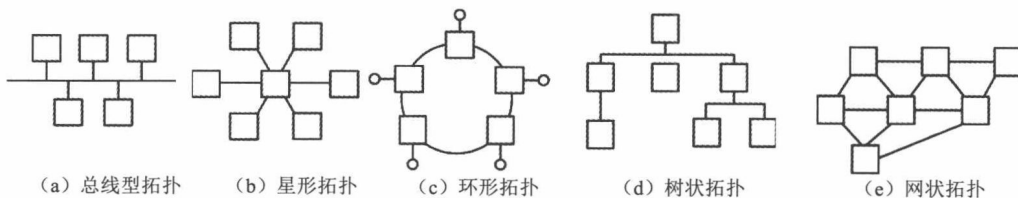


图 1-4 网络拓扑结构

### 1.4.1 总线型拓扑结构

总线型结构 (bus topology), 是指所有入网设备共用一条物理传输线路, 所有主机都通过相应的硬件接口连接在一根传输线路上, 这根传输线路被称为总线 (bus), 如图 1-4(a) 所示。在总线结构中, 网络中所有主机都可以发送数据到总线上, 并能够由连接在线路上的所有结点接收, 但由于所有结点共用同一条公共通道, 所以在同一时刻只能准许一个结点发送数据。公用总线上的信号多以基带形式串行传递, 其传递方向总是从发送信息的结点开始向两端扩散的, 如同广播电台发射的信息一样, 因此又称“广播式计算机网络”。各结点在接收信息时都进行地址检查, 查看是否与自己的工作站地址相符, 相符则接收网上的信息。

总线型结构的优点:

※ 网络结构简单灵活, 可扩充性好。需要增加用户结点时, 只需要在总线上增加一个分支接口即可与分支结点相连, 扩充总线时使用的电缆少。



- ※ 有较高的可靠性，局部结点的故障不会造成全网的瘫痪。
- ※ 易安装，费用低。

### 总线型结构的缺点：

- ※ 故障诊断和隔离较困难，故障检测需要在网上各个结点上进行。
- ※ 总线的长度有限，信号随传输距离的增加而衰减。
- ※ 不具有实时功能，信息发送容易产生冲突，站点从准备发送数据到成功发送数据的时间间隔是不确定的。

### 1.4.2 星形拓扑结构

星形拓扑（star topology）结构中有一个唯一的中心结点，每个外围结点都通过一条点对点的链路直接与中心结点连接，如图 1-4(b) 所示。各外围结点间不能直接通信，所有的数据必须经过中心结点。

#### 星形结构的优点：

- ※ 结构简单，容易实现，在网络中增加新的结点也很方便，易于维护、管理。
- ※ 故障诊断和隔离容易，可以逐一地隔离开外围结点与中心结点的连接线路，进行故障检测和定位。某个外围结点与中心结点的链路故障不影响其他外围结点间的正常工作。

#### 星形结构的缺点：

- ※ 通信线路专用，电缆长度和安装工作量可观。
- ※ 中心结点负担较重，形成“瓶颈”。
- ※ 可靠性较低，中心结点发生故障就会造成整个网络的瘫痪。

### 1.4.3 环形拓扑结构

环形拓扑结构（ring topology）由网络中若干结点通过环接口连在一条首尾相连形成的闭合环的通信链路上，如图 1-4(c) 所示。这种结构使用公共传输电缆组成环形连接，数据在环路中沿着一个方向在各个结点间传输，信息从一个结点传到另一个结点，直到目标结点为止。环形网络既可以是单向的，也可以是双向的。双向环形网络中的数据能在两个方向上传输，因此，设备可以和两个邻近结点直接通信。如果一个方向的环中断了，数据还可以在相反的方向从另一个环传输，最终到达目标结点。

#### 环形结构的优点：

- ※ 结构简单，容易实现，各结点之间无主从关系。
- ※ 当网络确定时，数据沿环单向传送，其延时固定，实时性较强。

#### 环形结构的缺点：

- ※ 可靠性低，只要有一个结点或一处链路发生故障，则会造成整个网络的瘫痪。