

❖ 普通高等教育电子信息类规划教材 ❖

计算机网络

COMPUTER NETWORKS



王新良 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书赠送电子教案

普通高等教育电子信息类规划教材

计 算 机 网 络

主 编 王新良

副主编 刘志平

参 编 李 辉 王科平 王立国

刘小磊 张锦华



机 械 工 业 出 版 社

全书共分为7章,比较系统地介绍了计算机网络的发展和工作原理,包括网络体系结构、物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层和网络安全等内容。各章均附有练习题,并在重点章节提供了内容丰富的实验。本书的特点是概念准确、内容简洁、难度适中、理论与实践相结合,突出基本原理和基本概念的阐述,同时力图反映出计算机网络的一些最新发展。

本书可供电气类、信息类和计算机类专业的大学本科生使用,对从事计算机网络工作的工程技术人员也有学习参考价值。

本书免费提供电子课件,欢迎使用本书作为教材的教师登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核后下载,或联系编辑索取(QQ:1157122010,电话:01088379753)。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/王新良主编. —北京:机械工业出版社,2014.8
普通高等教育电子信息类规划教材
ISBN 978-7-111-47729-7

I. ①计… II. ①王… III. ①计算机网络-高等学校-教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第194059号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:李馨馨 刘悦

责任校对:张艳霞

责任印制:乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2014年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17印张·421千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-47729-7

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmphook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

“计算机网络”作为计算机专业的专业课程一直受到教师和学生的重视。同时,随着互联网的快速发展,一些非计算机专业的学生和研究人员也迫切需要掌握更多的计算机网络方面的知识。根据网络技术发展和应用的现实情况,作者在本书编写过程中对于网络基础知识的介绍,主要选取主流技术,从应用角度介绍基本概念和基本方法,并提供相应实验,使读者加深对相关知识的理解。

本书将以计算机网络体系结构为主线,分别详细阐述物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层的具体功能,对某些不常使用的协议将不再讲述。本书在详细讲述各章涉及的具体功能及协议的过程中,也添加了针对现有网络协议安全漏洞方面的描述。在数据链路层部分详细阐述了共享信道网络中存在的安全隐患;在网络层 ARP 部分详细阐述了 ARP 攻击对局域网网络通信的危害;在传输层讲述 UDP 和 TCP 工作原理的同时,详细阐述了 UDP 和 TCP 泛洪攻击的工作原理。通过将协议功能和协议漏洞攻击原理对比讲解,尤其是漏洞攻击部分的内容,能够在很大程度上提高读者阅读的兴趣,满足读者的好奇心。同时,也能够使读者从正反两个方面更加透彻地理解计算机网络各种协议,增加读者的学习、阅读兴趣。

全书共分 7 章,内容如下:

1) 第 1 章介绍计算机网络的基本概念,读者可以从中了解互联网的发展过程,要掌握计算机网络的体系结构。

2) 第 2 章讲述物理层的基本功能,并对数据通信的基础知识和各种传输媒体的主要特点进行了详细的介绍,最后对复用技术及宽带接入技术进行了讲解。

3) 第 3 章详细介绍数据链路层的基本内容,包括 PPP、以太网、共享信道通信协议 CSMA/CD 以及以太网的扩展方式等。

4) 第 4 章讨论了网络层的基本概念,深入讲解了 IP 的设计思想及 IP 的工作原理,并对 IPv6 技术的主要特点进行了讲述,最后提供了多组实验增加读者的阅读兴趣。

5) 第 5 章详细讲述了传输层的基本概念,讨论了 TCP 和 UDP 的工作原理,并对 TCP 的拥塞控制和连接管理进行了深入的分析。

6) 第 6 章详细介绍了应用层的基本概念,并对常见应用的工作原理进行了分析。常见应用层主要包括万维网、电子邮件、动态主机配置协议及音频/视频服务。

7) 第 7 章详细介绍了网络安全方面的基本概念和密码学的基本原理,并对数字签名技术的工作原理进行了深入分析,最后对当前主流的网络安全检测技术进行了详细的讲解。

本书由河南理工大学电气工程与自动化学院的教师共同编写,具体分工如下:本书第 1 章由刘志平编写,第 2 章由刘小磊编写,第 3 章由王立国编写,第 4 章由王新良编写,第 5 章由王科平编写,第 6 章由李辉编写,第 7 章由刘志平编写。其是第 7.4 节由张锦华编写。王新良、刘志平负责全书的统稿工作。此外,本书能够顺利出版,得到了河南理工大学教务处以及电气工程与自动化学院各级领导的帮助与支持。

编 者

目 录

前言

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.2 计算机网络的类别	3
1.2.1 网络的拓扑结构	3
1.2.2 按覆盖范围分类	7
1.2.3 广播式网络与点对点网络	8
1.3 计算机网络的发展简史	9
1.3.1 面向终端的计算机网络	9
1.3.2 计算机通信网络	10
1.3.3 计算机互联网络	11
1.3.4 高速互联网络	12
1.3.5 计算机网络的发展趋势	13
1.4 计算机网络在我国的发展	15
1.5 网络交换	15
1.5.1 电路交换技术	15
1.5.2 分组交换技术	16
1.5.3 报文交换技术	17
1.5.4 电路、分组、报文交换的特点和比较	17
1.6 互联网概述	20
1.6.1 互联网的定义	20
1.6.2 互联网发展简史	20
1.6.3 互联网的标准化工作	20
1.6.4 互联网的组成	22
1.7 计算机网络体系结构	24
1.7.1 网络体系结构的概念	24
1.7.2 分层和协议	24
1.7.3 开放系统互连参考模型	25
1.7.4 TCP/IP 参考模型	28
1.7.5 本书使用的体系结构	30
1.7.6 实体、协议、服务和访问点	31
1.8 习题	32
第 2 章 物理层	33



2.1	物理层的基本功能	33
2.2	数据通信的几个基本概念	34
2.2.1	信道的极限容量	34
2.2.2	误码率	34
2.2.3	信道延迟	35
2.2.4	数字调制解调技术	35
2.3	传输媒体	37
2.3.1	双绞线	38
2.3.2	同轴电缆	38
2.3.3	光纤	39
2.3.4	无线信道	40
2.4	多路复用技术	41
2.4.1	频分复用	42
2.4.2	时分多路复用	42
2.4.3	波分复用	43
2.4.4	码分复用	43
2.4.5	数字传输系统	43
2.5	宽带接入技术	44
2.5.1	xDSL 接入技术	44
2.5.2	光纤接入技术	46
2.5.3	无线接入技术	46
2.6	习题	47
第3章	数据链路层	48
3.1	数据链路层的设计问题	48
3.1.1	数据链路层提供的服务	48
3.1.2	封装成帧	49
3.1.3	流量控制	49
3.1.4	差错控制	50
3.2	点对点协议 (PPP)	51
3.2.1	PPP 的组成	51
3.2.2	PPP 的帧格式	51
3.2.3	LCP 和 NCP	52
3.2.4	PPP 的工作过程	53
3.3	共享信道的数据链路层	53
3.4	以太网	54
3.4.1	以太网的发展	54
3.4.2	以太网物理层	55
3.4.3	以太网 MAC 子层协议	55
3.4.4	CSMA/CD 协议	56

3.4.5 以太网的信道利用率	58
3.4.6 快速以太网	58
3.4.7 千兆以太网	59
3.5 以太网的扩展	60
3.5.1 在物理层扩展以太网	60
3.5.2 在数据链路层扩展以太网	61
3.5.3 以太网交换机	62
3.6 无线局域网	63
3.6.1 802.11 WLAN 网络结构	63
3.6.2 802.11 WLAN 物理层	64
3.6.3 802.11 WLAN MAC 层	64
3.7 以太网链路层帧格式分析实验	67
3.7.1 实验环境和报文分析工具简介	67
3.7.2 实验目的	68
3.7.3 实验设备	68
3.7.4 实验步骤	68
3.8 习题	69
第4章 网络层	70
4.1 网络层的基本问题	70
4.1.1 网络层及网络互连的基本概念	70
4.1.2 面向连接的服务和无连接的服务	72
4.2 互联网协议 (IP)	74
4.2.1 IP 地址及其表示方法	74
4.2.2 IP 地址的分类	75
4.2.3 IP 报文结构与首部格式	78
4.2.4 地址解析及安全漏洞	81
4.2.5 网络层 IP 分组转发的流程	88
4.3 子网划分和路由聚合	91
4.3.1 子网划分和路由聚合的必要性	91
4.3.2 子网划分	91
4.3.3 子网的分组转发过程	97
4.3.4 路由聚合 (无分类域间路由 CIDR)	98
4.4 网际控制报文协议 (ICMP)	100
4.4.1 ICMP 报文格式	100
4.4.2 ICMP 差错报告报文和询问报文	102
4.4.3 PING 命令的工作原理和应用举例	103
4.4.4 Tracert 命令的工作原理和应用举例	103
4.5 网络层的路由选择算法	104
4.5.1 路由选择算法的分类	104

4.5.2	路由信息协议	108
4.5.3	开放最短路径优先协议	110
4.5.4	边界网关协议	111
4.6	IPv6	115
4.6.1	IPv6 概述	115
4.6.2	IPv6 地址表示	116
4.6.3	IPv6 地址分类	116
4.6.4	IPv6 报文格式	118
4.6.5	ICMPv6	121
4.7	网络层 IP 报文及攻击报文分析实验	123
4.7.1	ARP 报文分析实验	123
4.7.2	IP/ICMP 报文分析实验	125
4.7.3	Tracert 命令工作原理分析实验	126
4.7.4	ARP 攻击报文分析实验	127
4.8	习题	128
第 5 章	传输层	134
5.1	传输服务	134
5.1.1	传输层提供的服务	134
5.1.2	传输层协议分类	136
5.1.3	端口和套接字	137
5.2	用户数据报协议 (UDP)	139
5.2.1	UDP 的特点	139
5.2.2	UDP 报文格式	140
5.2.3	UDP 泛洪攻击	142
5.3	传输控制协议 (TCP)	143
5.3.1	TCP 的特点	143
5.3.2	TCP 报文格式	144
5.3.3	TCP 泛洪攻击	147
5.3.4	可靠传输的工作原理	150
5.3.5	TCP 可靠传输的实现	154
5.3.6	TCP 的流量控制	160
5.4	TCP 拥塞控制	163
5.4.1	理想的带宽分配	164
5.4.2	拥塞控制原理	165
5.4.3	拥塞控制算法	166
5.5	TCP 连接管理	170
5.5.1	TCP 连接建立	170
5.5.2	连接释放	171
5.6	传输层报文及攻击报文分析实验	173

5.6.1 TCP/UDP 报文分析实验	174
5.6.2 TCP/UDP 攻击报文分析实验	179
5.7 习题	180
第6章 应用层	182
6.1 域名查询系统	182
6.1.1 域名系统简介	182
6.1.2 域名结构	183
6.1.3 域名解析过程	185
6.2 万维网	188
6.2.1 万维网概述	188
6.2.2 超文本传输协议	191
6.2.3 万维网的文档	199
6.2.4 Web 信息检索系统	206
6.3 电子邮件	208
6.3.1 电子邮件简介	208
6.3.2 邮件格式	209
6.3.3 用户代理和邮件传送	210
6.3.4 邮件传输协议	211
6.3.5 基于万维网的邮件传输	214
6.4 动态主机配置协议 (DHCP)	215
6.4.1 DHCP 简介	215
6.4.2 DHCP 的工作过程	215
6.5 音频/视频服务	217
6.5.1 流式音频/视频	218
6.5.2 IP 电话	221
6.5.3 视频会议	226
6.5.4 P2P 流媒体	227
6.6 应用层报文分析实验	229
6.6.1 基于 Web 报文的邮箱密码分析实验	229
6.6.2 SMTP 报文分析实验	230
6.7 习题	231
第7章 网络安全	234
7.1 网络安全概述	234
7.1.1 网络安全定义	234
7.1.2 网络安全所面临的主要威胁	235
7.1.3 计算机网络安全的内容	237
7.1.4 网络系统安全目标	238
7.2 密码学	238
7.2.1 密码学的基本概念	238



7.2.2 对称密钥密码技术	239
7.2.3 公钥密码技术	240
7.3 数字签名	242
7.3.1 公开密钥签名	243
7.3.2 消息摘要	245
7.4 网络安全检测技术	246
7.4.1 杀毒软件	247
7.4.2 防火墙	250
7.4.3 入侵检测系统	253
7.4.4 入侵防御系统	257
7.5 习题	261
参考文献	262

第1章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的基本概念

计算机网络是将若干台独立的计算机通过传输介质相互物理地连接，并通过网络软件相互逻辑地联系在一起，从而实现信息交换、资源共享、协同工作和在线处理等功能的计算机系统。计算机网络给人们的生活带来了极大的方便，如办公自动化、网上银行、网上订票、网上查询、网上购物等。计算机网络不仅可以传输数据，更可以传输图像、声音、视频等多种媒体形式的信息，在人们的日常生活和各行各业中发挥着越来越重要的作用。目前，计算机网络已广泛应用于政治、经济、军事、科学以及社会生活的方方面面。

“网络”主要包含连接对象（即元件）、连接介质、连接控制机制（如约定、协议、软件）和连接方式与结构四个方面。

计算机网络连接的对象是各种类型的计算机（如大型计算机、工作站、微型计算机等）或其他数据终端设备（如各种计算机外部设备、终端服务器等）。计算机网络的连接介质是通信线路（如光纤、同轴电缆、双绞线、地面微波、卫星等）和通信设备（网关、网桥、路由器、Modem等），其控制机制是各层的网络协议和各类网络软件。所以计算机网络是利用通信线路和通信设备，把地理上分散的，并具有独立功能的多个计算机系统互相连接起来，按照网络协议进行数据通信，用功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统的集合。它是指以实现远程通信和资源共享为目的，大量分散但又互连的计算机的集合。互连的含义是两台计算机能互相通信。

两台计算机通过通信线路（包括有线和无线通信线路）连接起来就组成了一个最简单的计算机网络。全世界成千上万台计算机相互间通过双绞线、电缆、光纤和无线电等连接起来构成了世界上最大的 Internet 网络。网络中的计算机可以是在一间办公室内，也可以分布在地球的不同区域。这些计算机相互独立，即所谓自治的计算机系统，脱离了网络它们也能作为单机正常工作。在网络中，需要有相应的软件或网络协议对自治的计算机系统进行管理。组成计算机网络的目的是资源共享和互相通信。

计算机网络的主要功能有如下几个方面。

1. 数据通信

现代社会信息量激增，信息交换也日益增多，因此计算机网络的一个最主要的功能是数据传输。例如，人们经常使用文件传输协议（FTP）进行文件上传和下载，就是一种最典型的数据传输。另外，利用计算机网络传递信件是一种全新的电子邮件方式。电子邮件比现有的通信工具有更多的优点，它不像电话需要通话双方同时在场，也不像广播系统只是单向传递信息，在速度上也比传统邮件快得多；另外电子邮件还可以携带声音、图像和视频，实现



多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够大,则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理。

在日常生活中,银行利用计算机网络数据传输功能可以进行业务处理,可使用户在异地实现通存通兑,还可以利用地理位置的差异增加资金的流通速度。例如,中国的银行晚上停止营业后将资金通过网络转借给美国的银行,而此刻美国正是白天,美国的银行就可以在白天利用这些资金,到晚上再归还给中国的银行,从而提高资金的利用率。

2. 软、硬件共享

计算机网络允许网络上的用户共享网络上各种不同类型的硬件设备。可共享的硬件资源有高性能计算机、大容量存储器、打印机、图形设备、通信线路、通信设备等。共享硬件的好处是提高了硬件资源的使用效率,节约开支。

现在已经有许多专供网络使用的软件,如数据库管理系统、各种 Internet 信息服务软件等。共享软件允许多个用户同时使用,并能保持数据的完整性和一致性。特别是客户机/服务器(Client/Server, C/S)和浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)模式的出现,人们可以使用客户机来访问服务器,而服务器软件是共享的。在 B/S 模式下,软件版本的升级修改,只要在服务器上进行,全网用户都可立即更新。可共享的软件种类有很多,包括大型专用软件、各种网络应用软件、各种信息服务软件等。

3. 信息共享

信息也是一种资源,Internet 就是一个巨大的信息资源宝库,其上有极为丰富的信息,它就像是一个信息的海洋,有取之不尽,用之不竭的信息与数据。每一个接入 Internet 的用户都可以共享这些信息资源。可共享的信息资源有搜索与查询的信息、Web 服务器上的主页及各种链接、FTP 服务器中的软件、各种各样的电子出版物、网上消息、报告和广告、网上大学、网上图书馆等。

4. 负荷均衡与分布处理

负荷均衡是指将网络中的工作负荷均匀地分配给网络中的各计算机系统。当网络上某台主机的负载过重时,通过网络和一些应用程序的控制和管理,可以将任务交给网络上其他的计算机去处理,充分发挥网络系统上各主机的作用。分布处理将一个作业的处理分为三个阶段:提供作业文件;对作业进行加工处理;把处理结果输出。在单机环境下,上述三步都在本地计算机系统中进行。在网络环境下,根据分布处理的需求,可将作业分配给其他计算机系统进行处理,以提高系统的处理能力,高效地完成一些大型应用系统的程序计算以及大型数据库的访问等。

5. 系统的安全与可靠性

系统的可靠性对于军事、金融和工业过程控制等部门特别重要。计算机通过网络中的冗余部件可大大提高可靠性。例如在工作过程中,一台机器出了故障,可以使用网络中的另一台机器;网络中一条通信线路出了故障,可以取道另一条线路。这样就提高了网络整体系统的可靠性。

1.2 计算机网络的类别

计算机网络有各种各样的分类方法，可以按网络规模、距离远近分类；可以按网络连接方式进行分类；可以按交换技术分类等。

1.2.1 网络的拓扑结构

连接在网络上的计算机、大容量的磁盘、高速打印机等部件均可看作是网络上的一个节点，又称为工作站。所谓网络的拓扑结构是指各节点在网络上的连接形式。计算机网络中常见的拓扑结构有总线型、星形、环形、树形和混合型等。

拓扑结构的选择往往与传输媒体的选择和媒体访问控制方法的确定紧密相关。在选择网络拓扑结构时，应该考虑的主要因素有下列几点。

- 1) 可靠性：尽可能提高可靠性，保证所有数据流能准确接收。还要考虑系统的维护，要使故障检测和故障隔离较为方便。
- 2) 低费用：建网时需考虑适合特定应用的信道费用和安装费用。
- 3) 灵活性：需要考虑系统在今后扩展或改动时，能容易地重新配置网络拓扑结构，能方便地删除原有站点和加入新站点。
- 4) 响应时间和容量：要有尽可能短的响应时间和最大的吞吐量。

1. 总线结构

总线型结构采用一条单根的通信线路（总线）作为公共的传输通道，所有的节点都通过相应的接口直接连接到总线上，并通过总线进行数据传输。例如，在一根电缆上连接了组成网络的计算机或其他共享设备（如打印机等），如图 1-1 所示。由于单根电缆仅支持一种信道，因此连接在电缆上的计算机和其他共享设备共享电缆的所有容量。连接在总线上的设备越多，网络发送和接收数据就越慢。

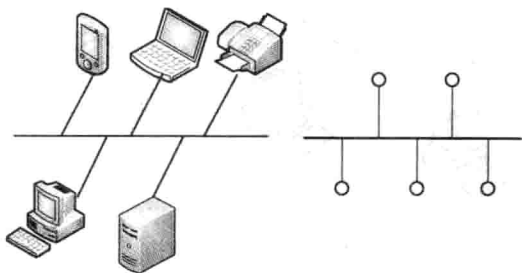


图 1-1 总线型拓扑结构

总线型网络使用广播式传输技术，总线上的所有节点都可以发送数据到总线上，数据沿总线传播。但是，由于所有节点共享同一条公共通道，所以在任何时候只允许一个站点发送数据。当一个节点发送数据，并在总线上传播时，数据可以被总线上的其他所有节点接收。各站点在接收数据后，分析目的物理地址再决定是否接收该数据。粗、细同轴电缆以太网就是这种结构的典型代表。

总线结构的优点如下:

- 1) 总线结构所需要的电缆数量少, 因为节点都连接在一根总线上, 共用一个数据通路。
- 2) 总线结构简单, 又是无源工作, 有较高可靠性。
- 3) 易于扩充, 增加或减少用户比较方便, 不需停止网络的正常工作。

总线结构的缺点如下:

- 1) 系统范围受到限制。同轴电缆的工作长度一般在 2 km 以内, 在总线的干线基础上扩展长度时, 需使用中继器扩展一个附加段。
- 2) 故障诊断和隔离较困难。因为总线拓扑网络不是集中控制, 故障检测需在网内各个节点进行, 故障检测很不容易。如果故障发生在节点, 只需将该节点从总线上去掉。如果故障发生在总线, 则对系统是毁灭性的, 必须将整个总线切除。
- 3) 网络上信息的延迟时间是不确定的, 因此不适合于实时通信。

2. 环形结构

环形结构把各个网络节点通过环接口连在一条首尾相接的闭合环形通信线路中, 如图 1-2 所示。每个节点设备只能与它相邻的一个或两个节点设备直接通信。如果要与网络中的其他节点通信, 数据需要依次经过两个通信节点之间的每个设备。环形网络既可以是单向的也可以是双向的。单向环形网络的数据绕着一个方向环向发送, 数据所到达的环中的每个设备都将数据接收, 经再生放大后将其转发出去, 直到数据到达目标节点为止。双向环形网络中的数据能在两个方向上进行传输, 因此设备可以和两个邻近节点直接通信。如果一个方向的环中断了, 数据还可以通过相反的方向在环中传输, 最后到达其目标节点。

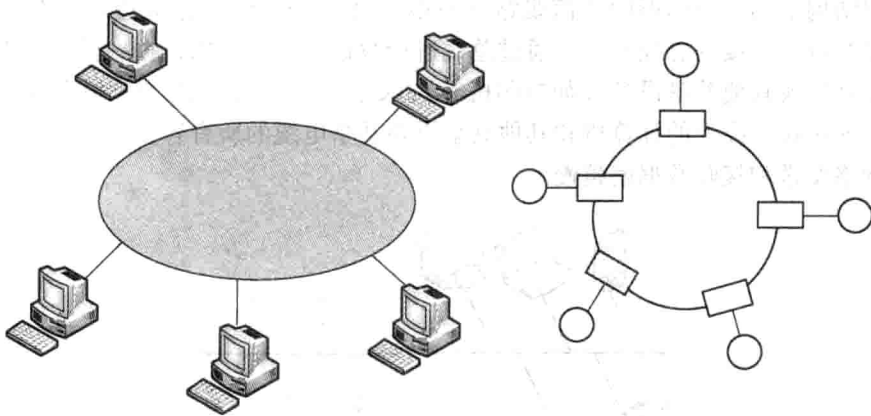


图 1-2 环形拓扑结构

环形结构有两种类型, 即单环结构和双环结构。令牌环 (Token Ring) 是单环结构的典型代表, 光纤分布式数据接口 (FDDI) 是双环结构的典型代表。

环形结构的优点如下:

- 1) 电缆长度短, 其所需的电缆长度和总线拓扑网络相似, 但比星形拓扑结构要短得多。
- 2) 增加或减少工作站时, 仅需简单地连接。
- 3) 可使用光纤, 它的传输速度很高, 适用于环形拓扑的单向传输。
- 4) 传输信息的时间是固定的, 从而便于实时控制。

环形网络的缺点如下：

1) 当节点发生故障时，整个网络就不能正常工作。这是因为在环上的数据传输必须通过接在环上的每一个节点，一旦环中某个节点故障就会引全网的故障。

2) 检测故障困难。因为不是集中控制，故障检测需在网内各个节点进行，故障的检测就不很容易。

3) 环形拓扑结构的媒体访问控制协议都采用令牌传递的方式，因而在负载很轻时，其等待时间相对来说就比较长。

3. 星形结构

星形结构的每个节点都由一条点对点链路与中心节点（公用中心交换设备，如交换机、集线器等）相连，如图 1-3 所示。星形网络中的一个节点如果向另一个节点发送数据，首先将数据发送到中央设备，然后由中央设备将数据转发到目标节点。信息的传输是通过中心节点的存储转发技术实现的，并且只能通过中心节点与其他节点通信。星形网络是局域网中最常用的拓扑结构。

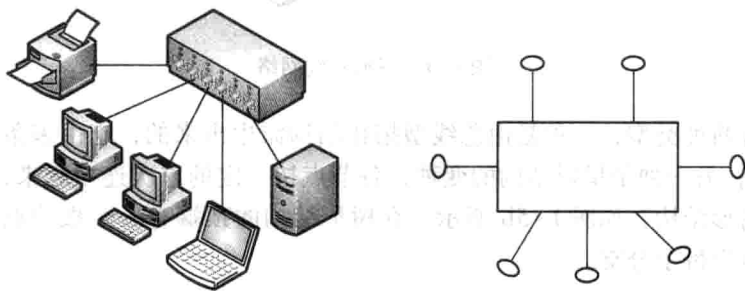


图 1-3 星形拓扑结构

星形结构的优点如下：

1) 控制简单。在星形结构中，任何一个站点只和中央节点相连接，因而媒体访问控制的方法很简单，访问协议也十分简单。

2) 容易做到故障诊断和隔离。在星形结构中，中央节点对连接线路可以一条一条地隔离出来进行故障检测和定位。单个连接点的故障只影响一个设备，不会影响全网。

3) 方便服务。中央节点可方便地对各个站点提供服务和网络重新配置。

星形结构的缺点如下：

1) 电缆长度和安装工作量大。因为每个站点都要和中央节点直接连接，需要耗费大量的电缆。安装、维护的工作量也骤增。

2) 中央节点的负担加重，形成瓶颈，一旦故障，则整个网络系统彻底崩溃，因而中央节点在可靠性和冗余度方面的要求很高。

3) 各站点的分布处理能力较弱。

4. 树形结构

树形结构（也称星形总线拓扑结构）是从总线型和星形结构演变来的。网络中的节点设备都连接到一个中央设备（如集线器）上，但并不是所有的节点都直接连接到中央设备，

大多数的节点首先连接到一个次级设备，次级设备再与中央设备连接。如图 1-4 所示的是一个树形总线网络。

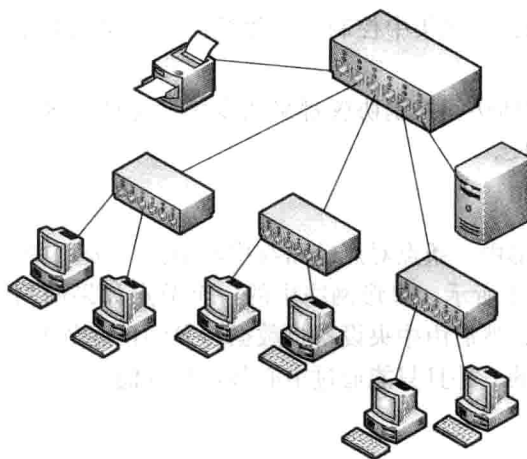


图 1-4 树形总线网络

树形结构有两种类型，一种是由总线型拓扑结构派生出来的，它由多条总线连接而成，如图 1-5a 所示；另一种是星形结构的变种，各节点按一定的层次连接起来，形状像一棵倒置的树，故称树形结构，如图 1-5b 所示。在树形结构的顶端有一个根节点，它带有分支，每个分支还可以再带子分支。

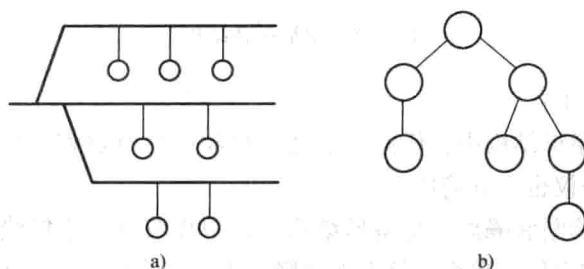


图 1-5 树形拓扑结构

a) 由总线结构派生 b) 树形结构

树形拓扑结构的主要特点为易于扩展、故障易隔离、可靠性高、电缆成本高。但这种结构对根节点的依赖性大，一旦根节点出现故障，将导致全网不能工作。

5. 网状结构与混合型结构

网状结构是指将各网络节点与通信线路连接成不规则的形状，每个节点至少与其他两个节点相连，或者说每个节点至少要有两条链路与其他节点相连，如图 1-6 所示。大型互联网一般都采用这种结构，如我国的教育科研网 CERNET（见图 1-7）、Internet 的主干网都采用网状结构。

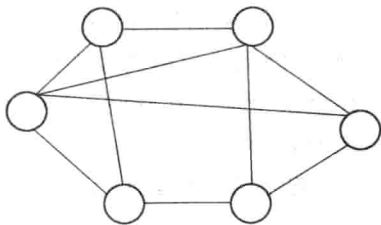


图 1-6 网状拓扑结构

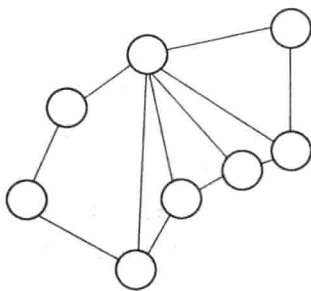


图 1-7 CERNET 主干网拓扑结构

网状拓扑结构有以下主要特点：

- 可靠性高，结构复杂，不易管理和维护，线路成本高，适用于大型广域网。
- 因为有多条路径，所以可以选择最佳路径，减少延时，改善流量分配，提高网络性能，但路径选择比较复杂。
- 混合型结构是由以上几种拓扑结构混合而成的，如环星形结构，它是令牌环网和 FD-DI 网常用的结构。再如总线型和星形的混合结构等。

1.2.2 按覆盖范围分类

按照网络覆盖的地理范围的大小，可以将网络分为局域网、城域网和广域网三种类型。这也是网络最常用的分类方法。

1. 局域网

局域网（Local Area Network, LAN）是将较小地理区域内的计算机或数据终端设备连接在一起的通信网络。局域网覆盖的地理范围比较小，一般在几十米到几千米之间。它常用于组建一个办公室、一栋楼、一个楼群、一个校园或一个企业的计算机网络。局域网可以大到由一个建筑物内或相邻建筑物的几百台至上千台计算机组成，也可以小到由一个房间内的几台计算机、打印机和其他设备组成。局域网主要用于实现短距离的资源共享。如图 1-8 所示的是一个由几台计算机和打印机组成的典型局域网。

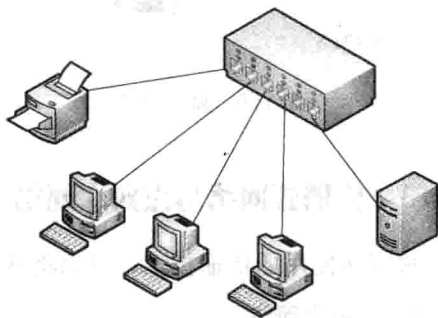


图 1-8 典型局域网示例

2. 城域网

城域网（Metropolitan Area Network, MAN）是一种大型的局域网，它的覆盖范围介于局域网和广域网之间，一般为几千米至几万米，城域网的覆盖范围在一个城市内，它将位于一个城市之内不同地点的多个计算机局域网连接起来以实现资源共享。城域网所使用的通信设备和网络设备的功能要求比局域网高，以便有效地覆盖整个城市的地理范围。一般在一个大型城市中，城域网可以将多个学校、企事业单位、公司和医院的局域网连接起来共享资源。如图 1-9 所示的是不同建筑物内的局域网组成的城域网。