

现代通信高技术丛书

现代通信网络

杨裕亮 主编
周贤伟 黄旗明 李新宇 孙建伟 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

现代通信高技术丛书

现代通信网络

Xiandai Tongxin Wangluo



杨裕亮 主编

周贤伟 黄旗明 编著

李新宇 孙建伟

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

内 容 简 介

本书比较全面、系统地介绍了主要的通信网络及相关技术方面的内容。

全书共分 11 章。第 1 章至第 3 章对通信网络的基本知识进行了全面的概述,介绍了排队论的概念,并说明了通信网在数据链路层上的特点。第 4 章至第 11 章介绍 8 种重要的通信网络的形态:首先对局域网和互联网进行了整体的概述,接着介绍了公共电话交换网、宽带综合业务数字网、移动通信网和卫星通信网,最后介绍了两种特殊形态的通信网络,即无线传感器网络和水下声通信网。

本书内容翔实,深入浅出,覆盖面广,具有先进性、科学性和很高的实用价值,可作为高等院校通信、信息、计算机等专业师生和科研人员、工程技术人员的参考用书,还可作为相关领域人员了解现代通信网络的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信网络/杨裕亮主编;周贤伟等编著,一北京:
国防工业出版社,2006.6
(现代通信高技术丛书/周贤伟,邓忠礼,郑雪峰主
编)

ISBN 7-118-04525-X

I. 现... II. ①杨...②周... III. 通信网—基本知
识 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 043772 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17½ 字数 390 千字

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《现代通信高技术丛书》编委会

名誉主任 周炯槃(院士)

总 编 宋俊德

主 编 周贤伟 邓忠礼 郑雪峰

副主编 曾广平 景晓军 雷雪梅 王丽娜 杨裕亮 马伍新

王祖珮 班晓娟 刘蕴络 王昭顺 王建萍 黄旗明

李新宇 杨 军 覃伯平 薛 楠

编 委 (按姓名笔画排序)

马伍新 王 丹 王 华 王 培 王 强 王庆梅

王丽娜 王建萍 王祖珮 王昭顺 王淑伟 韦 炜

尹立芳 邓忠礼 申吉红 付娅丽 白浩瀚 冯 震

冯晓莹 吕 越 朱 刚 闫 波 安 然 刘 宁

刘 宾 刘 潇 刘志强 刘晓娟 刘蕴络 关靖远

孙 硕 孙亚军 孙辰宇 孙晓辉 李 杰 李宏明

李新宇 苏力萍 肖超恩 吴齐跃 宋俊德 张海波

张臻贤 陈建军 林 亮 杨 军 杨文星 杨裕亮

周 蓉 周贤伟 郑如鹏 郑雪峰 孟 潭 赵鹏(男)

赵鹏(女) 赵会敏 胡周杰 施德军 姜 美 姚恒艳

班晓娟 崔 旭 黄旗明 韩 旭 韩丽楠 覃伯平

景晓军 曾广平 雷雪梅 薛 楠 霍秀丽 戴昕昱

丛书策划 王祖珮

序

当今世界已经进入了信息时代,信息成为一种重要的战略资源,信息科学成为最为活跃的学科领域之一,信息技术改变着人们的生活和工作方式,信息产业已经成为国民经济的主导产业,作为信息传输基础的通信技术则成为信息产业中发展最为迅速,进步最快的行业。目前,个人通信系统和超高速通信网络迅猛发展,推动了信息科学的进一步发展,并成为 21 世纪国际社会和全球经济的强大动力。

随着通信技术日新月异,学习通信专业知识不但需要扎实的专业基础,而且需要学习和了解更多的现代通信技术和理论,特别是数字通信、卫星通信以及传感器网络的现代通信技术方面的知识。从有线通信到无线通信,从固定设备间的通信到移动通信,从无线通信到无线因特网,到传感器网络技术。未来的通信将为人们提供全方位以及无缝的移动性接入,最终实现任何人在任何地方、任何时间进行任何方式的通信,使得通信技术适应社会的发展需要呈现经久不衰的势头。

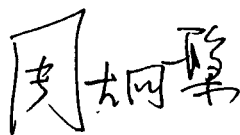
网络技术的飞速发展,通信技术在经济发展中的重要地位日趋重要,世界各国特别重视通信技术的理论研究和通信技术专业人才的培养,国外有关通信领域的文献资料和专著较多。就国内来讲,通信专业人才大量急需,为适应社会经济发展的需要,各高校和科研单位都在培养社会所需的通信专业人才。

为了增进通信及安全技术领域的学术交流,为了满足通信及信息安全专业领域的读者的需要,提供一套能系统、全面地介绍和讲解通信技术原理及新技术的系列丛书,北京科技大学等组织编写了这套《现代通信高技术丛书》。这套丛书内容涵盖了通信技术的主要专业领域,既可作为高等院校通信类、信息类、电子类、计算机类专业高年级本科生或研究生的教材,又可作为有关通信技术和科研人员的技术参考书。

我觉得这套丛书的特点是内容全面、技术新颖、理论联系实际,针对目前

我国通信技术发展情况与目前已有的相关出版物之间已有一定距离这一情况,本丛书立足于现在,通过对基本的技术进行分析,由浅入深,努力反映通信技术领域的新成果、新技术和进展,是国内目前较为全面、技术领先、适用面广的一套丛书。在我国大量培养通信专业人才的今天,这套丛书的出版是非常及时和十分有益的。

我代表编委会对丛书的作者和广大读者表示感谢!欢迎广大读者提出宝贵意见,以使丛书进一步修改完善。



2005年3月20日

前 言

随着信息科学和技术以惊人的速度发展以及人类生活节奏的加快,通信,特别是通信网越来越多地渗入到人们的日常生活中,人们也越来越离不开通信网络。20 世纪末以来,在技术推动和市场需求两股巨大力量的推动下,通信领域提出了一个“5W 通信”的宏伟目标,即任何人(Whoever)、在任何地方(Wherever)、任何时间(Whenever),可以和任何人(Whoever)进行任何方式(Whatever)的通信,显然这样的目标离不开通信网的支持。

从早期的模拟电话网出现算起,通信网的发展已经经历了 100 多年。在这个过程中,出现了许多种各具特色的通信网,实现技术上也有很大的变化。各种通信网除了具有一些共同的特征,还有很多独特之处。

以太网发明者之一的罗伯特·梅特卡夫(Robert Metcalfe),根据直觉在 1980 年前后指出:通信网的价值同网络用户数量的平方成正比。这就是所谓的梅特卡夫定律(Metcalfe's Law)。虽然这个定律并不严格,它谈论的价值也无法定量地衡量,但它从抽象的价值出发很好地解释了为什么通信网的规模越来越大、用户数量越来越多。比如,一台单独的电话没有任何使用价值,只有这台电话能够和另一台电话通信,它的价值才能体现。

通信网对价值的极大提升,使通信网及相关技术成为通信界的热门研究领域。

基于通信网的重要性,本书在对通信网的一些基础知识进行全面概述的同时,详细地介绍了排队论基础、点对点链路通信、计算机局域网及互联网、公共交换电话网、ISDN 与 ATM、移动通信网、卫星通信网,最后还详细介绍了 2 种特殊类型的通信网:无线传感器网络和水下声通信网。

本书是作者在总结多年从事通信、通信网教学和科研工作的经验体会、研究成果的基础上,吸收国内外现有相关著作中许多精华编写而成的。它既有国内外专家知识精华的浓缩,也包含作者从事研究和开发工作的总结,希望能给读者带来一些启迪和帮助。

全书分为 11 章。第 1 章概要介绍通信网的基础知识。第 2 章介绍排队论的一些基础知识和通信网中的资源共享问题。第 3 章介绍点对点链路通信技术。第 4 章介绍计算机局域网技术,包括以太网、快速以太网、千兆以太网(GBE)和万兆以太网(10GBE),还介绍令牌环、令牌总线和无线局域网。第 5 章介绍国际互联网及相关技术。第 6 章介绍公共交换电话网。第 7 章介绍宽带综合业务数字网,包括 ISDN 和 ATM 技术。第 8 章介

绍移动通信网。第9章介绍卫星通信网。第10章针对无线传感器网络,分析其特点和关键技术。第11章从水下声通信的特点分析入手,主要阐述水下无线声通信网的技术及其特点。

本书参考或直接引用了国内外的一些论文和著作,同时在编写过程中得到了国防工业出版社和北京科技大学的大力支持、鼓励和帮助。在此一并深表谢意。

囿于作者学识与水平,不妥之处在所难免,诚望读者批评指正。

编著者
2005年9月于北京

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 通信网及其发展	1
1.2 通信网的概念	2
1.2.1 点到点通信	2
1.2.2 通信网的组成和功能	3
1.2.3 通信网的分类	4
1.3 通信网的分层体系结构	4
1.3.1 OSI/RM	5
1.3.2 TCP/IP	7
1.3.3 TCP/IP 与 OSI/RM 的区别	9
思考题	10
参考文献	10
第 2 章 排队论与资源共享	11
2.1 排队论的基本概念	11
2.1.1 随机过程	12
2.1.2 到达的形式	12
2.1.3 服务时间	13
2.1.4 排队规则	14
2.1.5 服务系统的结构	14
2.2 排队模型	14
2.2.1 $M/G/1$ 模型	15
2.2.2 $M/M/1$ 模型	16
2.2.3 $M/D/1$ 模型	17
2.2.4 $M/M/m$ 模型	17
2.3 通信网中的资源共享	19
2.3.1 资源的组织与调度	19
2.3.2 资源共享的原则	20
思考题	20
参考文献	20
第 3 章 点对点链路通信	21
3.1 数据通信系统模型	21
3.1.1 通信系统模型	21

3.1.2	数据通信系统	21
3.1.3	通信系统的分类	23
3.2	信道	23
3.2.1	信道的分类	24
3.2.2	有线信道	24
3.2.3	无线信道	25
3.2.4	信道复用技术	26
3.3	传输方式	27
3.4	物理层接口	27
3.4.1	几种常见的通信接口标准	28
3.4.2	RS-232	28
3.4.3	RS-422 与 RS-485 串行接口标准	31
3.5	链路数据传输与控制	34
3.5.1	差错控制	34
3.5.2	前向纠错法	35
3.5.3	反馈重传法	35
3.6	链路控制规程	39
3.6.1	面向字符型的传输控制规程	40
3.6.2	高级链路控制规程	43
	思考题	48
	参考文献	48
第4章	局域网	49
4.1	局域网概述	49
4.1.1	局域网的定义	49
4.1.2	局域网的特点	49
4.1.3	局域网的拓扑结构	50
4.1.4	局域网的传输介质	51
4.1.5	局域网的介质访问控制方式	52
4.2	局域网标准及参考模型	53
4.2.1	IEEE 802 标准	53
4.2.2	局域网参考模型	53
4.3	以太网	55
4.3.1	概述	55
4.3.2	以太网的介质共享方式	56
4.3.3	以太网标准	59
4.3.4	帧格式	65
4.4	令牌环	65
4.5	令牌总线	66
4.6	交换式以太网	67

4.6.1	概述	67
4.6.2	交换式以太网的工作原理	68
4.6.3	交换式快速以太网的组网方式	69
4.6.4	虚拟局域网技术	70
4.7	无线局域网	73
4.7.1	综述	73
4.7.2	无线局域网标准简介	74
4.7.3	无线局域网的应用和前景	79
	思考题	80
	参考文献	80
第5章	计算机互联网 Internet	82
5.1	概述	82
5.1.1	计算机网络概念	82
5.1.2	计算机网络的功能	82
5.1.3	计算机网络的组成	83
5.1.4	计算机网络的分类	84
5.1.5	计算机网络的拓扑结构	84
5.1.6	计算机网络的形成和发展	85
5.2	TCP/IP 网际互连的体系结构	86
5.2.1	TCP/IP 网络协议的组成	86
5.2.2	IP 地址	88
5.2.3	网际层协议	92
5.2.4	传输层协议	99
5.2.5	其他协议	107
5.3	因特网基础	111
5.3.1	因特网简介	111
5.3.2	域名系统	112
5.3.3	因特网的应用	113
5.3.4	因特网发展面临的主要问题	116
	思考题	118
	参考文献	118
第6章	公共电话交换网	119
6.1	引言	119
6.1.1	概述	119
6.1.2	传统的电话交换技术	119
6.2	网络结构	120
6.2.1	层次结构	120
6.2.2	拓扑结构	121
6.2.3	我国电话网的结构	121

6.3	电话交换机的功能和组成	123
6.4	信令系统	125
6.4.1	信令系统基本概念	125
6.4.2	信令的类别	126
6.4.3	7号信令网	127
6.5	路由选择	129
6.5.1	路由分类	129
6.5.2	路由选择概述	130
6.5.3	固定等级制选路规则	130
6.5.4	其他选路方法介绍	130
6.6	公众交换电话网的演进	131
6.6.1	PSTN 与 ADSL	131
6.6.2	PSTN 与 VoIP	131
6.6.3	PSTN 与智能网	132
6.6.4	PSTN 与 NGN	132
	思考题	133
	参考文献	134
第7章	宽带综合业务数字网	135
7.1	ISDN 技术	135
7.1.1	ISDN 的基本概念	135
7.1.2	ISDN 的发展	136
7.1.3	ISDN 的网络基本结构	136
7.1.4	ISDN 用户 - 网络接口参考配置模型	137
7.1.5	ISDN 的信道类型及接口标准	139
7.2	B-ISDN 技术	140
7.2.1	B-ISDN 的基本概念	140
7.2.2	N-ISDN 和 B-ISDN 的比较	141
7.3	ATM 基本原理	141
7.3.1	ATM 定义及特点	142
7.3.2	ATM 的信元结构	145
7.3.3	ATM 协议参考模型	149
7.4	ATM 交换	153
7.4.1	ATM 交换的概念和特点	153
7.4.2	ATM 交换的基本原理	154
7.4.3	ATM 基本交换模块	158
7.4.4	ATM 交换机构	161
7.5	ATM 网络的应用和发展	165
7.5.1	ATM 局域网仿真	165
7.5.2	ATM 上的传统式 IP	166

7.5.3 基于 ATM 的多协议	167
7.5.4 IP 与 ATM 的集成	167
思考题	168
参考文献	168
第 8 章 移动通信网	170
8.1 移动通信网概述	170
8.1.1 移动通信的基本概念	170
8.1.2 移动通信的发展阶段	171
8.2 公共移动通信网	172
8.2.1 网络结构和多址技术	172
8.2.2 GSM 系统	174
8.2.3 CDMA 系统	182
8.2.4 第 3 代移动通信系统	187
8.3 集群网	193
8.3.1 概述	193
8.3.2 集群通信系统及其应用	193
8.3.3 集群通信系统的标准	195
8.3.4 集群通信系统的发展方向	195
8.3.5 国际上发展全国数字集群共用网的成功案例	196
思考题	197
参考文献	197
第 9 章 卫星通信网	198
9.1 概述	198
9.2 卫星通信网网络结构	198
9.2.1 卫星通信天空网	198
9.2.2 卫星地面网	199
9.2.3 卫星通信地面信息传输信道	200
9.3 卫星通信网网络管理	201
9.3.1 网络管理软件的发展情况	201
9.3.2 网络管理软件的接口	202
9.3.3 网络管理软件标准化结构	202
9.4 卫星通信网总体技术方案设计	203
9.5 VSAT 卫星通信网络系统	204
9.5.1 VSAT 系统概述	204
9.5.2 VSAT 网络结构	205
9.5.3 VSAT 系统的组成	208
9.5.4 VSAT 系统工作过程	209
9.5.5 VSAT 关键技术及其选择	210
9.5.6 VSAT 网的网络管理	212

9.6 低轨道卫星通信网	214
9.6.1 铱星卫星通信系统	215
9.6.2 全球星卫星通信网络	217
思考题	219
参考文献	220
第10章 无线传感器网络	221
10.1 概述	221
10.1.1 无线传感器网络的产生与发展	221
10.1.2 无线传感器网络的概念	222
10.1.3 无线传感器网络的特点	222
10.1.4 无线传感器网络的研究热点	223
10.1.5 无线传感器网络的应用	224
10.2 无线传感器网络的体系结构	226
10.2.1 节点结构	226
10.2.2 无线传感器网络典型体系结构	227
10.2.3 无线传感器网络生成过程	228
10.2.4 无线传感器网络的协议栈	229
10.3 无线传感器网络的路由协议	233
10.3.1 无线传感器网络路由协议的特点	234
10.3.2 无线传感器网络路由协议设计的影响因素	234
10.3.3 典型路由协议	236
10.4 无线传感器网络的标准	247
思考题	249
参考文献	249
第11章 水下声通信网	252
11.1 概述	252
11.2 水下声通信的特点	253
11.2.1 水下声信道	253
11.2.2 水声通信中的调制解调技术	256
11.3 水下无线声网络设计	256
11.3.1 多址接入	257
11.3.2 差错控制	261
11.3.3 路由问题	262
11.4 节约能量的考虑	262
思考题	263
参考文献	263

第 1 章 概 论

1.1 通信网及其发展

人类的信息交流和沟通一直伴随着人类的发展。从书信、烽火等信息传递形式发展到近代的电、光通信是人类历史上一个重大的进步,对社会发展有着深远的影响。

随着技术的发展和社会的需要,人们不再满足于点对点的通信,而是通过联网使大量用户之间可以方便地互相通信,这就发展出了通信网的概念。通信网就是由软硬件组织起来的、可以让用户之间交换信息的通信系统。

早期的通信网采用模拟通信技术,最典型的是模拟电话网,它诞生于 19 世纪 80 年代,最初是采用人工接续。在很长一段时间内,电话网都是占统治地位的通信网。这一时期的通信网比较简单,一般只提供话音通信服务;采用人工接续或者是基于机电控制的步进制和纵横制的模拟电路交换技术;信令也是很简单的模拟随路信令;传输介质一般是铜线,多路复用技术一般是模拟的频分复用。总的来说,以模拟电话网为代表的模拟通信技术简单、业务单一、可靠性差、通信质量差。

20 世纪 60 年代随着数字通信技术的兴起,电话网逐渐开始采用数字传输和交换技术。北京于 1984 年开通了第 1 个程控交换局,首次在市内中继使用基于 PCM(脉码调制)技术的数字传输。这时的电话网大量采用了数字技术,包括数字传输技术、数字交换技术,信令也逐渐改为共路信令,提高了网络控制的灵活性。综合业务网的概念也被提了出来,人们试图在同一个通信网中同时提供话音、数据和图像视频等多种服务。

20 世纪 60 年代后期,随着集成电路技术和计算机技术的发展,人们试图通过联网将当时还非常昂贵的计算机资源进行共享。经过几十年的发展,现在计算机网络已经逐渐取代电话网,成为最有代表性的通信网。

以太网的发明者之一罗伯特·梅特卡夫(Robert Metcalfe),根据直觉解释了通信网发展的动力问题,他在 1980 年前后指出:网络的价值同网络用户数量的平方成正比。梅特卡夫的这个论断在 1993 年被记者乔治·吉尔德在一篇文章里正式称为“定律”,这就是所谓的梅特卡夫定律(Metcalfe's Law)^[1]。虽然这个定律严格地说和实际并不完全吻合,它谈论的价值也无法定量地衡量,但它从抽象的价值出发很好地解释了人们为何热衷于把众多的用户联网,并且网络的规模越来越大、用户数量越来越多。

传统的通信网可以大致分成三大类:传统电信网,主要包括面向公众的固定和移动电话网;计算机网;有线电视网为代表的广播网。其中广播网基本是单工的,即信息是单向传输的,本书中不予讨论。

当前这个时期,由于是通信网技术的飞速发展时期,传统的三大网分类受到了挑战,出现了以下一些新的特点。

1) 光传输代替铜线传输^[3]

大容量光纤传输技术的成熟,使得光纤传输的成本不断下降,这就导致光纤传输系统迅速普及并取代了铜线技术。就带宽而言,单模光纤的理论传输极限可以达到 50Tb/s,一些公司的商用光纤传输系统已经可以提供 $80 \times 10\text{Gb/s}$ 的传输能力,这使带宽已经不再成为困扰人们的问题。

2) 无线通信技术迅速发展

在实现任何时间、任何地点与任何人的通信时,无线通信技术几乎是必然的选择。在光纤难以铺设的场合,如山川、河流、沙漠等地,特别是在有移动性要求的应用中,无线通信是光纤所不能代替的。时空码(Space-Time Coding)、智能天线(Smart Antenna)和多用户检测(Multi-User Detection)等技术的发展大大提高了无线传输的通信速率和通信质量。随着第3代移动通信系统(3G)标准化的完成、无线局域网(WLAN)的流行以及人们对第4代移动通信系统(4G)的展望,无线通信技术已经越来越重要。

3) IP 化

采用 TCP/IP 协议的互联网在 20 世纪末得到迅速的普及,IP 技术的巨大成功使人们不断努力开发基于 IP 的新业务,其中 IP 语音(VoIP, Voice over IP)就是其中一个成功的例子。随着越来越多的用户使用 IP 数据包,以及基于 IP 网的质量服务(QoS)等技术的日益完善,把 IP 化的网络作为承载语音、数据和图像视频等业务的统一平台的趋势越来越明显。3G 核心网及下一代网络(NGN)的 IP 化,都显示出通信网 IP 化的趋势。

4) 特殊通信网络

随着技术的进步,除了面向一般用途的通信网络外,还出现了一些特殊通信网络,例如传感器网络和工作在水下的无线声通信网,它们都是有很强自身特点的特殊类型的通信网,它们和一般的通信网之间既有很多共同点,也有很大的差别。

1.2 通信网的概念

1.2.1 点到点通信

通信网是人们最常见的通信系统,它的基础是点到点通信。点到点通信系统的模型可以抽象成这么几个部分构成,即:信源、信宿、信道、发送和接收设备,如图 1-1 所示。

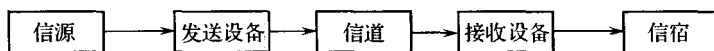


图 1-1 点到点通信系统模型

(1) 信源。即信息源,可以是语音、图像,也可以是数据。

(2) 信宿。即受信者,负责将信息转换成相应的消息。

(3) 信道。即信号的传输媒介。常见的信道是无线信道和有线信道,有线信道包括光纤和铜线等信道。按所传输的信息形式,信道可以分成模拟信道和数字信道。

(4) 发送设备。负责将信源产生的原始信号进行变换,使之适合在信道中传输。这部分一般包括信道编码、调制和功率放大等功能。

(5) 接收设备。功能与发送设备相反,负责从接收到的信号中恢复出原始信号。这

部分一般包括解调、放大、信道解码,还可能有均衡等功能。

1.2.2 通信网的组成和功能

对通信网来说,点到点通信是其基础,点到点通信系统的5个部分也都是必需的,另外通信网还要解决如何实现任意2个用户间的通信问题。为任意2个用户提供1条专用信道是不实际的,因为这样需要提供的信道数基本与用户的平方成正比,在用户数较多时是不可想象的。

通信网中解决任意2个用户间的通信一般采用交换技术和多址接入技术,或联合使用这2种技术。

交换技术是在通信网中增加了交换节点,用户之间不直接连接,而是与交换节点相连。在用户间需要通信时,交换节点才为它们提供物理或逻辑上的连接。如图1-2所示,在较大规模的通信网中,2个用户的通信可能要通过多个交换节点才能完成。在交换式的通信网中,具有交换功能的节点发挥着重要作用,它不但要完成用户通信连接的建立、信息的转发,还有网络的管理和控制等工作。

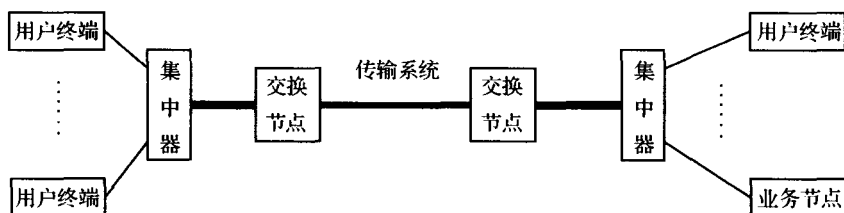


图1-2 交换式网络

交换式网络较为方便地实现了通信线路的共享,降低了成本,是现在通信网中广泛采用的技术。交换式的网络也增加了通信网的复杂性。从硬件上看,通信网一般由用户终端、交换节点、业务节点、集中器和传输系统组成^[4]。

常见的用户终端是电话机和计算机,它们的主要功能是完成用户信息的发送和接收。

交换节点一般是路由器、电话交换机,它是通信网的核心设备。交换节点的基本功能是转发信息。

业务节点为用户提供服务,比如互联网上的各种服务器。智能网中的业务控制节点也是一类业务节点。

集中器负责用户业务的集中和接入,计算机网络中的集线器就是最常见的一种集中器。

传输系统是通信网的基本组成部分之一,它负责信息的传输。在通信网中,交换节点间的传输速率很高,可靠、有效的传输系统是通信网的关键技术之一。传输的媒介有多种,如光纤、同轴电缆、双绞线、微波等。两节点间的信息传输必须遵循相同的标准才能互通,现在最重要的传输标准是PDH(Plesiochronous Digital Hierarchy)和SDH(Synchronous Digital Hierarchy)。北美采用的SONET(Synchronous Optical Network)与SDH很类似,它们是兼容的。

在实际的通信网中,情况可能稍有不同,比如,交换节点也可能有一些集中器的功能,还可能有一些业务节点的功能。这些都依赖于具体的设备。