

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



现代通信网技术 (第2版)

刘金虎 樊子锐 编著

清华大学出版社

014037238

TN915-43

28-2

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



现代通信网技术 (第2版)

刘金虎 樊子锐 编著

TN915-43
28-2

清华大学出版社
北京



北航

C1725433

内 容 简 介

本书主要在论述现代通信网的基本概念、设计理论基础(拓扑理论、流量理论及可靠性理论)、体系结构及组网方法的基础上,较为全面地介绍各种现代通信网技术,主要涉及电话网、三大支撑网(No. 7 信令网、数字同步网和电信管理网)、智能网、宽带 IP 城域网及下一代通信网络的相关理论与技术。通晓这些理论和技术,不但可以对现代通信网有比较深入、全面的了解,掌握通信网的分析和设计方法,而且能预见通信网的发展趋势,这也是通信工程和信息类专业必备的专业知识。

为便于学生在学习过程中更好地掌握所学的知识,培养学生分析问题和解决问题的能力,在每章后都附有习题供学生选做。

本书既可以作为高等院校通信专业教材和参考书,也可以作为从事通信工作科研和工程技术人员的学习参考书。

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

现代通信网技术/刘金虎,樊子锐编著.--2版.--北京:清华大学出版社,2014

21世纪高等学校规划教材.电子信息

ISBN 978-7-302-35303-4

I. ①刘… II. ①刘… ②樊… III. ①通信网—高等学校—教材 IV. ①TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 018854 号

责任编辑:郑寅堃 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

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

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.75 字 数:568千字

版 次:2004年2月第1版 2014年4月第2版 印 次:2014年4月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.50元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

通信网技术是从事通信技术工作者应掌握的一项综合性的专业技术,这项技术与通信网的发展建设、网络规划设计、网络维护及通信设备的研制和生产等密切相关,且涉及通信网理论、各种组网技术、通信设备的应用和如何使通信网更有效地发挥效益的问题。

随着通信技术的迅速发展和人们对信息服务的要求不断提高,通信网络不但在容量和规模上逐步扩大,其功能在不断扩充、新业务在不断发展,由此各种现代通信网技术应运而生,人们对通信网络的研究也越来越重视。

本书侧重于阐述通信网基本理论,在此基础上,讨论和研究通信网的网络结构和各种通信网组网技术。通晓这些理论和技术,不但可以对现代通信网有比较深入、全面的了解,掌握通信网的分析和设计方法,而且能预见通信网的发展趋势,这也是通信工程和信息类专业必备的专业知识。

全书共分为 9 章。第 1 章现代通信网概述,简述了通信网的基本概念、组成要素、分类,通信网基本拓扑结构及各自的特点,现代通信网的构成、要求及发展方向。第 2 章通信网的体系结构,简述了建立通信网体系结构的目的及意义,通信协议的含义、内容及功能,介绍了 OSI 参考模型、TCP/IP 协议模型及宽带 IP 网的体系结构。第 3 章电话通信网,主要讨论现代电话网的组成结构,电话网路由的分类、设置及选择方法;信令系统的概念、分类及电话网信令系统的构成,电话网的传输规划,IP 电话网和移动电话网的基本结构。第 4 章通信网的支撑网,主要讨论现代通信网的三大支持网络(No. 7 信令网、数字同步网和电信管理网)的构成原理、组网结构和功能。第 5 章智能网原理,主要讨论智能网的概念、特点、构成原理、组网结构和提供的主要业务。第 6 章 IP 通信网,主要阐述计算机网络的概念、发展及组成结构,局域网的特点、分类、组成结构及协议模型,宽带 IP 城域网的组网结构、骨干传输技术、接入技术;宽带 IP 城域网的 IP 地址规划(IPv4 和 IPv6 协议),宽带 IP 城域网的路由选择方法。第 7 章通信网设计基础,在介绍网络拓扑理论和排队论理论的基础上,讨论通信网的结构设计方法和流量分析方法。第 8 章通信网的可靠性,在介绍可靠性数学理论的基础上,讨论通信网局间通信的可靠性和网络的可靠性分析。第 9 章下一代通信网,主要阐述下一代网络(NGN)的概念及关键技术,介绍云计算技术和物联网技术及其应用。

本书 1~5 章和 7、8 章由刘金虎编写,第 6、9 两章由樊子锐编写。

本书在编写过程中参阅了与 ITU-T 相关的建议和电信主管部门有关通信行业的标准文件,还参阅了唐宝民等编写的《电信网技术基础》、周炯槃等编写的《通信网理论基础》、毛京丽等编写的《现代通信网》等相关书籍,在此对这些资料的作者们表示深深感谢!

由于作者水平有限,书中难免有不足之处,恳请专家和读者指正。

作者

2013 年 11 月于兰州交通大学

目 录

第1章 现代通信网概述	1
1.1 通信网基本概念	1
1.1.1 通信网概述	1
1.1.2 通信网的组成要素	1
1.1.3 通信网的基本拓扑结构	2
1.2 现代通信网的分类及构成	4
1.2.1 现代通信网的分类	4
1.2.2 现代通信网的构成	5
1.3 通信网研究的基本问题	11
1.3.1 通信网的体系结构	12
1.3.2 网络的最佳拓扑结构	12
1.3.3 网内业务流量的分析	12
1.3.4 网络的可靠性分析	12
1.4 通信网的质量要求	13
1.4.1 对通信网的一般要求	13
1.4.2 对电话通信网质量的要求	13
1.5 通信网的发展	14
习题	15
第2章 通信网的体系结构	16
2.1 网络协议及其功能	16
2.1.1 网络协议概述	16
2.1.2 网络协议的功能	16
2.2 OSI 参考模型	19
2.2.1 OSI 参考模型的层次和功能	19
2.2.2 OSI 的协议数据单元及传输过程	21
2.2.3 OSI 的服务原语	23
2.2.4 OSI 的服务和协议	25
2.2.5 OSI 参考模型在通信网中的应用	26
2.3 TCP/IP 协议模型	28
2.3.1 TCP/IP 协议模型概况	28
2.3.2 TCP/IP 协议模型中的各层功能	28

2.3.3	TCP/IP 协议模型与 OSI 参考模型的对应关系	30
2.4	IP 宽带网的体系结构	31
2.4.1	IP 宽带网体系结构的一般框架	31
2.4.2	IP 网络的基本参考模型	33
2.4.3	IP 网和电信网融合的体系结构	34
2.4.4	IP 宽带网络的新发展	35
习题		35
第 3 章	电话通信网	36
3.1	固定电话网	36
3.1.1	电话网的结构	36
3.1.2	电话网的路由及路由选择	40
3.1.3	电话网的信令系统	45
3.1.4	传输规划	49
3.2	IP 电话网	54
3.3	移动电话网	55
习题		56
第 4 章	通信网的支撑网	57
4.1	信令网	57
4.1.1	No. 7 信令系统的发展及特点	57
4.1.2	No. 7 信令系统基本功能结构及消息格式	58
4.1.3	No. 7 信令网的组成及网络结构	61
4.1.4	我国公共信道信令网	67
4.1.5	信令业务负荷和信令链路的设置	70
4.2	数字同步网	74
4.2.1	同步的基本概念	74
4.2.2	滑码及滑码率的计算	75
4.2.3	数字网同步的方法	78
4.2.4	时钟源	80
4.2.5	通信楼综合定时供给系统	88
4.2.6	我国数字同步网的网络结构及组网原则	90
4.3	管理网	93
4.3.1	管理网的基本概念	93
4.3.2	电信管理网的结构	97
4.3.3	我国电信网管理系统及向 TMN 演进	105
习题		112

第5章 智能网原理	113
5.1 智能网的概念和特点	113
5.1.1 智能网概念	113
5.1.2 智能网特点	113
5.1.3 智能网的发展背景	114
5.1.4 智能网的演变和发展状况	115
5.1.5 智能网的体系结构	117
5.2 智能网的概念模型	120
5.2.1 概述	120
5.2.2 业务及业务特征	121
5.2.3 智能业务简介	122
5.3 智能呼叫处理	125
5.3.1 概述	125
5.3.2 IN 基本呼叫模型	125
5.4 智能网应用协议	128
5.4.1 概述	128
5.4.2 INAP 协议的体系结构	129
5.4.3 INAP 的描述方法	130
5.4.4 INAP 操作	131
5.5 智能网计费系统	134
5.5.1 智能网计费体系结构	134
5.5.2 智能网计费体系中的接口	135
5.5.3 智能网计费过程	136
习题	136
第6章 IP 通信网	137
6.1 计算机网络	137
6.1.1 计算机网络概述	137
6.1.2 局域网基本概念	147
6.1.3 计算机网络网际互联设备	159
6.2 宽带 IP 城域网概述	162
6.2.1 宽带 IP 城域网的概念	162
6.2.2 宽带 IP 城域网的分层结构	164
6.3 宽带 IP 城域网的骨干传输技术	166
6.3.1 IP over ATM	166
6.3.2 IP over SDH	171
6.3.3 IP over DWDM	177
6.3.4 千兆以太网	179

6.4	宽带 IP 城域网的接入技术	180
6.4.1	HFC	180
6.4.2	FTTX+LAN	181
6.4.3	XPON	182
6.4.4	几种接入技术优、缺点的比较与选择	183
6.5	宽带 IP 城域网的 IP 地址规划	185
6.5.1	IP 地址的基本概念	185
6.5.2	宽带 IP 城域网的 IP 地址规划	188
6.5.3	下一代 IP 技术——IPv6	190
6.6	宽带 IP 城域网的路由选择协议	202
6.6.1	路由选择算法概述	202
6.6.2	内部网关协议 RIP	204
6.6.3	内部网关协议	207
6.6.4	外部网关协议 BGP	212
	习题	215
第 7 章	通信网设计基础	216
7.1	通信网络结构设计基础	216
7.1.1	图论基本知识	216
7.1.2	路径选择	227
7.1.3	站址选择	240
7.1.4	流量分配	247
7.1.5	最佳流问题	253
7.2	网络流量设计基础	254
7.2.1	网络流量的基本概念	254
7.2.2	排队论基础	257
7.2.3	电路交换网分析	272
7.2.4	分组交换网分析	277
7.2.5	随机接入系统分析	282
7.2.6	ATM 网络分析	285
	习题	291
第 8 章	通信网的可靠性	294
8.1	可靠性数学基本概念	294
8.1.1	不可修复系统的可靠性	295
8.1.2	可修复系统的可靠性	298
8.2	局间通信的可靠性	303
8.2.1	局间通信的可靠度和可用度	304
8.2.2	局间通信的综合可靠度和综合可用度	305

8.3 通信网的可靠性	307
习题	310
第9章 下一代通信网	312
9.1 下一代通信网的概述	314
9.1.1 下一代通信网的定义	314
9.1.2 下一代通信网的特点	315
9.2 软交换技术	316
9.2.1 软交换技术产生的背景	316
9.2.2 软交换网络的总体结构	317
9.2.3 软交换网中的协议及标准	320
9.2.4 软交换技术的特点	321
9.2.5 软交换技术的功能	322
9.2.6 软交换技术的过渡	322
9.3 云计算技术	324
9.3.1 云计算技术的概述	324
9.3.2 云计算技术	329
9.3.3 Hadoop 与 HDFS	332
9.4 物联网技术	337
9.4.1 物联网与网络安全	339
9.4.2 物联网的应用	342
9.4.3 物联网的关键技术	346
习题	351
参考文献	352

第1章

现代通信网概述

1.1 通信网基本概念

1.1.1 通信网概述

现代通信网是为公众提供信息服务的一类网络,是信息化社会的基础设施。早期的通信网仅包括电话网和电报网。随着通信技术的迅速发展以及人们对信息服务的要求不断提高,通信网络不但在容量和规模上逐步扩大,还要不断扩充其功能和发展新业务,通信网的类型不断增加,结构越来越复杂,网络技术已发展成为一个专门的学科,其内容十分丰富,成为通信技术方面的重要的基础知识。

通信网是一个由多用户通信系统通过交换系统按照一定拓扑模式组合在一起的通信体系,由此可见,通信网是指通信系统的系统。通信网的用途是实现长距离多用户之间有效和可靠的信息传输和处理。

1.1.2 通信网的组成要素

通信网是由硬件通信设备和相应的软件(包括操作系统、应用软件和通信协议)组成的。硬件设备主要由终端设备、传输系统和交换系统三大要素组成。

终端设备(用户)主要完成感受和恢复信息、信号与传输链路匹配、产生和识别信令等功能。常见的终端设备有电话机(普通电话机、无线手机、数字电话机)、计算机输入输出设备、电传打字机、可视图文(Videotex)、电子信箱、传真报纸等各种办公自动化新型终端设备。

传输系统是信息的传输通道,是连接接点的介质,可分为用户传输系统和中继传输系统。从传输方式上又可分为有线传输链路和无线信道。目前采用的传输介质主要有电缆、光纤、微波、卫星等。

交换设备的功能主要是完成接入交换节点链路的汇集、转换、接续及分配,采用的交换方式可以分为两大类,即电路交换方式和存储—转发交换方式。

电路交换方式是指两个终端在相互通信之前,需预先建立起实际的物理链路,在通信中自始至终使用该条链路进行信息传输,并且不允许其他终端同时共享该链路,通信结束后再拆除这条物理链路。电路交换方式又分为空分交换方式和时分交换方式。

存储—转发交换方式是以包为单位传输信息的,是当用户的信息包到达交换机时,先将信息包存储在交换机的存储器中(内存或外存),当所需要的输出电路有空闲时,再将该信息

包发向接收交换机或用户终端。存储—转发交换方式主要包括报文交换方式、分组交换方式和帧方式等。

1.1.3 通信网的基本拓扑结构

通信网的基本拓扑结构主要有网状、星状、复合状、总线状、环状、树状等。

1. 网状网

网状网如图 1.1(a)所示,网内任意两个节点之间均与直达链路相连。如果有 N 个节点,则需要有 $\frac{1}{2}N(N-1)$ 条传输链路。显然,当节点点数增加时,传输链路将迅速增大。这种网络结构冗余度较大,稳定性好;但线路利用率低,经济性差。

图 1.1(b)指的是网孔状网,它是网状网的一种变形,是一种不完全的网状网。其中大部分节点之间有直达链路,一小部分节点可能与其他节点没有直达链路,节点之间设不设链路视具体情况而定。显然,网孔状网与网状网相比适当节省了线路投资,提高了线路利用率,经济性有所改善;但稳定性有所降低。

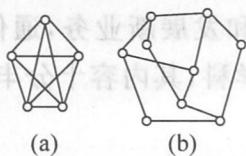


图 1.1 网状网与网孔状网示意图

网状网拓扑网络中,节点之间的连接是任意的,没有规律可循。网状结构分为全连接网状和不完全连接网状两种形式。全连接网状网中,每一个节点和网中其他节点均有链路连接。不完全连接网中,两节点之间不一定有直接链路连接,它们之间的通信依靠其他节点转接。这种网络的优点是:节点间路径多,碰撞和阻塞可大大减少,局部的故障不会影响整个网络的正常工作,可靠性高;网络扩充和主机入网比较灵活、简单。但这种网络关系复杂,建网不易,网络控制机制复杂,必须采用路由选择算法和流量控制方法,网络利用率低。

2. 星状网

星状网也称为辐射网,它将一个节点作为辐射点,该点与其他节点均有线路相连,如图 1.2 所示。具有 N 个节点的星状网至少需要 $N-1$ 条传输链路。星状网的辐射点就是转接交换中心,其余 $N-1$ 个节点间相互通信都要经过转接交换中心的交换设备,因而该交换设备的交换能力和可靠性会影响网内的所有用户。显然,星状网比网状网的传输链路少,线路利用率高;但稳定性差,交换中心一旦出现故障就会造成全网瘫痪。

星状结构以中央节点为中心,并用单独的线路使中央节点与其他各节点相连,相邻节点之间的通信都要通过中心节点。



图 1.2 星状网示意图

星状拓扑采用集中式通信控制策略,所有的通信均由中央节点控制,中央节点必须建立和维持许多并行数据通路。

星状拓扑采用的数据交换方式主要有线路交换和报文交换两种,线路交换更为普遍。

网络的扩展通常是采用增加中央节点的方式,将中央节点级联起来,需要增加的节点再与新中央节点连接。

主要优点如下：

- ① 易于故障的诊断与隔离。
- ② 易于网络的扩展。
- ③ 具有较高的可靠性。

主要缺点如下：

- ① 过分依赖中央节点。
- ② 组网费用高。
- ③ 布线比较困难。

星状网络是在现实生活中应用最广的网络拓扑，一般的学校、单位都采用这种网络拓扑组建单位的计算机网络。

3. 复合状网(半网状网)

复合状网由网状网和星状网复合而成，如图 1.3 所示。根据网中业务量的需要，以星状网为基础，在业务量较大的转接交换中心区间采用网状结构，可以使整个网络比较经济且稳定性较好。复合状网具有网状网和星状网的优点，是通信网中广泛采用的一种网络结构，但网络设计应以交换设备和传输链路的总费用最小为原则。

4. 总线状网

总线状网是所有节点都连接在一个公共传输通道——总线上，如图 1.4 所示，这种网络结构需要的传输链路少，增减节点比较方便，但稳定性差，网络范围也受到限制，一般在计算机局域网中采用较多。



图 1.3 复合状网示意图



图 1.4 总线状网示意图

总线状拓扑结构简称总线拓扑，它是将网络中的各个节点设备用一根总线(如同轴电缆等)连接起来，实现计算机网络的功能。

总线状结构的数据传输是广播式传输结构，数据发送给网络上的所有计算机，只有计算机地址与信号中的目的地址相匹配的计算机才能接收到。采取分布式访问控制策略来协调网络上计算机数据的发送。

传输介质的每一个端点都必须连接到某个器件上，任何开放的缆线端口都必须接入终结器以阻止信号的反射。

总线状网的拓扑对于一个网络段上的节点数有一定的限制。如果网络中的计算机需求数大于这一限制，通常采用增加中继器的方法对网络进行扩充。

主要优点如下：

- ① 网络结构简单，节点的插入、删除比较方便，易于网络扩展。
- ② 设备少、造价低，安装和使用方便。
- ③ 具有较高的可靠性。因为单个节点的故障不会涉及整个网络。

主要缺点如下:

- ① 故障诊断困难。总线型的网络不是集中控制,故障诊断需要在整个网络的各个站点上进行。
- ② 故障隔离困难。当节点发生故障时隔离起来还比较方便,而一旦传输介质出现故障时,就需要将整个总线切断。
- ③ 易于发生数据碰撞,线路争用现象比较严重。

5. 环状网

环状网如图 1.5 所示,它的特点是结构简单、实现容易,而且由于可以采用自愈环对网络进行自动保护,所以其稳定性比较好。

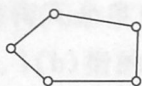


图 1.5 环状网示意图

环状拓扑结构是一些中继器和连接中继器的点到点链路组成一个闭合环,计算机通过各中继器接入这个环中,构成环状拓扑的计算机网络。在网络中各个节点的地位相等。

环状拓扑中的每个站点都是通过一个中继器连接到网络中的,网络中的数据以分组的形式发送。网络中的信息流是定向的,网络的传输延迟也是确定的。

主要优点如下:

- ① 数据传输质量高。
- ② 可以使用各种介质。
- ③ 网络实时性好。

主要缺点如下:

- ① 网络扩展困难。
- ② 网络可靠性不高。
- ③ 故障诊断困难。

环状网平时用得比较少,主要用于跨越较大地理范围的网络,如铁路专用通信网就采用环状网,环状拓扑更适合于网状网等超大规模的网络。

另外,还有一种线状网结构,它与环状网不同的是首尾不相连,线状网常用于 SDH 传输网中。

6. 树状网

树状网如图 1.6 所示,它可以看成星状拓扑结构的扩展。在树状网中,节点按层次进行连接,信息交换主要在上、下节点之间进行。树状网结构主要用于用户接入网或用户线路网中,另外,主从同步方式的同步网中的时钟分配网也采用树状结构。



图 1.6 树状网示意图

1.2 现代通信网的分类及构成

1.2.1 现代通信网的分类

通信网从不同的角度可以分为不同的种类,主要有以下 5 种分类方法。

1. 按业务种类分类

若按业务种类分,通信网可分为以下几种:

① 电话网。传输电话业务的网络,一般采用电路交换方式。

② 电报网。传输电报业务的网络。

③ 传真网。传输传真业务的网络。

④ 广播电视网。传输广播电视业务的网络。

⑤ 数据通信网。传输数据业务的网络,一般采用存储—转发交换方式。

2. 按所传输的信号形式分类

若按所传输的信号形式分,通信网可分为两类:

① 数字网。网中传输和交换的是数字信号。

② 模拟网。网中传输和交换的是模拟信号。

3. 按服务范围分类

若按服务范围分,通信网可分为本地网、长途网和国际网。

4. 按运营方式分类

按运营方式分,通信网可分为公用通信网和专用通信网。

5. 按采用的传输介质分类

按采用的传输介质分,通信网可分为有线通信网和无线通信网。

1.2.2 现代通信网的构成

现代通信网是由业务网、交换网、传送网和支撑网 4 类网络构成。

① 业务网是指向公众提供电信业务的网络,主要包括固定电话网、移动电话网、IP 电话网、数据通信网、智能网、窄带综合业务数字网(N-ISDN)和宽带综合业务数字网(B-ISDN)等。

② 交换网是指完成用户之间的接续和控制的网络。

③ 传送网是指完成信号传输的网络,包括骨干传送网和接入网。

④ 支撑网是指对网络更好地运行起支撑作用的辅助网络,包括 No. 7 公共信道信令网、数字同步网和电信管理网。

业务网、传送网和支撑网之间的关系如图 1.7 所示。

1. 业务网

1) 电话网

电话网是目前覆盖面最广、业务量最大的网络,按其装机容量,我国电话网目前是世界规模第二位的网络。电话网包括采用电路交换方式的固定电话网、采用分组交换方式的 IP 电话网和采用无线接入方式的移动电话网(详见第 3 章)。

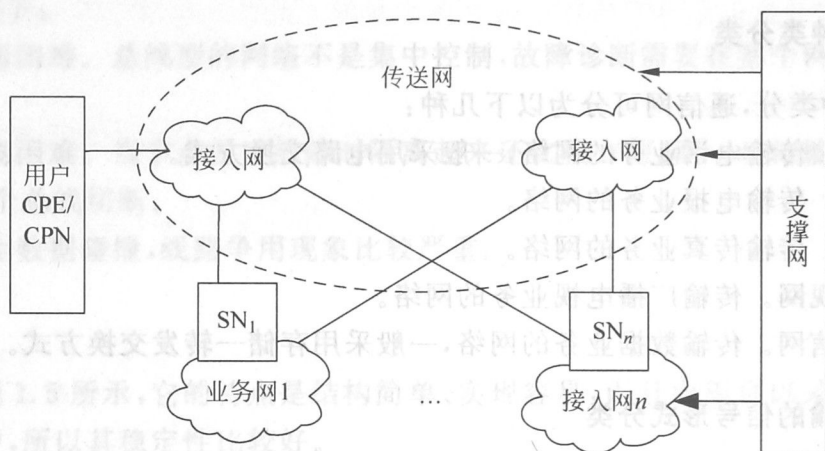


图 1.7 业务网、传送网和支撑网之间的关系示意图

SN—业务节点；CPE—用户驻地设备；CPN—用户驻地网

2) 数据通信网

数据通信网目前包括分组交换网、数字数据网、帧中继网和计算机互联网等,这些网络的共同特点都是为计算机联网及其应用服务的。

(1) X.25 分组交换网。

X.25 分组交换网是始于 20 世纪 70 年代的采用分组交换构成的网络。我国于 20 世纪 80 年代开始建设 X.25 网络,20 世纪 90 年代建成了一个覆盖全国的可以提供交换连接的数据网络。目前 X.25 网除了为公众提供数据通信业务外,还提供电信网络的很多信息,如交换网、传输网的网络管理数据都通过 X.25 网进行传送。

这种网络的缺点是协议处理复杂,信息传送的时间延迟较大,不能提供实时通信业务,因此应用范围受到了限制。

(2) 数字数据网(DDN)。

和 X.25 提供交换式的数据连接不同,DDN 是为计算机联网提供固定或半固定的连接数据通道,随着计算机联网的扩大,DDN 的应用已日益得到扩大,成为计算机联网工程中重要的基础设施,为计算机联网提供不可或缺的物理通道。

DDN 采用的主要设备包括数字交叉连接设备、数据复用设备、接入设备和光纤传输设备,组成覆盖全国的数字数据网络。通过数字交叉连接设备对电路进行调度,对网络进行保护,对电路进行分段监控,为用户提供高质量的数据传输电路,为计算机网络的发展打下坚实的基础。

(3) 帧中继网。

帧中继网是在 X.25 网络的基础上发展起来的数据通信网,它的特点是取消了逐段的差错控制和信息控制,把原来的 3 层协议处理改为两层协议处理,从而减少了中间节点的处理时间,同时提高了传输链路的传输速率,减少了信息在网络中的延迟。

帧中继网络由帧中继交换机、帧中继接入设备、传输链路和网络管理系统组成。

(4) 计算机互联网。

计算机互联网是业务量发展最快的数据通信网络,“上网”已经成为当今时代的时尚,是获取信息的有效途径,互联网提供的业务已给我们的生活带来了许多新变化。