

21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

现代通信技术 与业务

施扬 编著

Modern Communication
Technology and Service



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

现代通信技术与业务

施扬 编著

要 容 内

Modern Communication
Technology and Service

人 民 邮 电 出 版 社
北 京



图书在版编目 (C I P) 数据

现代通信技术与业务 / 施扬编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011.7
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-23297-7

I. ①现… II. ①施… III. ①通信技术—高等学校—教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第200207号

内 容 提 要

本书对现代通信领域的主流通信技术、通信系统、通信业务进行系统介绍,包括交换技术、信令技术、同步技术、移动通信技术、数据通信技术、Internet 技术、下一代网络技术、光纤通信技术、接入网技术、卫星通信技术、图像通信技术、多媒体通信技术、电子商务技术和现代电信业务。本书重点阐述了上述通信技术的概念和特点,介绍各类通信系统的基本原理和结构组成以及现代电信业务的各种应用。

本书注重基本原理、系统结构的阐述,内容全面、实用,同时又不失先进性。本书可以作为高等院校通信、信息、电子等专业相关课程的教材或教学参考书,也可作为电信从业人员的培训教材。

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材

现代通信技术与业务

-
- ◆ 编 著 施 扬
责任编辑 贾 楠
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 25.5 2011 年 7 月第 1 版
字数: 621 千字 2011 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23297-7

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

人类社会的发展离不开信息的交流——通信。随着科学技术的发展，世界经济趋于全球化，人类社会已进入一个新的历史时期——信息化时代。20 世纪 80 年代以来，通信技术和通信产业高速持续发展，通信技术和通信网已深入到社会生活的每个层面。由微电子、光电子、计算机、通信技术和信息服务业构成的信息产业，已成为信息化社会的基础，在部分发达国家已成为支柱产业。在通信技术与计算机技术紧密结合的今天，通信技术日新月异，各种各样的通信技术及新业务应运而生、层出不穷。从世界范围来看，作为社会信息基础设施的支撑——通信技术正在向数字化、宽带化、综合化、智能化、个人化和标准化的方向发展。

编者根据在通信网络领域从事教学、科研及工程实践的经验和体会，从通信网络的视角，综合各种现代通信技术和通信业务编写了本书。本书力图坚持专业特色，以作为普通高等院校本科通信类的专业课程教材为宗旨，兼顾其他专业的通信类课程；突出系统性，教材内容覆盖了现代通信领域的主流通信技术、通信系统、通信业务，涉及的内容广泛，重点阐述各种通信技术的基本概念和特点、各类通信系统的基本原理和结构组成以及现代电信业务的各种应用，各院校可根据课程计划灵活安排重点内容；注重知识内容更新，整个知识点建立在“高”、“新”平台上，基本原理、系统结构阐述清晰，注意吸纳通信新技术的成果及其应用。

为更好地阅读和理解本书涉及的内容，要求读者有一定的计算机网络和通信系统原理方面的知识基础。期望本书可以成为一本通信技术与业务的学习指南。

本书共 14 章。第 1 章介绍现代通信技术的基本概念、现代通信网结构、现代通信的分类和质量、现代通信网的体系结构和电信业务；第 2 章介绍各种交换技术，重点讨论电话通信网中的电路交换技术和数字电话交换机，介绍了电话通信网的基本概念；第 3 章介绍通信网信令的基本概念、信令的分类、信令系统的工作原理和相关标准，重点介绍 No.7 信令和信令网的相关知识；第 4 章介绍网同步设备和定时分配链路、网同步技术及主要技术指标、我国的同步网；第 5 章主要介绍公用蜂窝移动通信的基本概念，以 GSM 系统为例介绍了移动交换技术和移动交换信令、CDMA 移动通信系统，介绍了第三代（3G）移动通信系统；第 6 章介绍数据通信网的基本概念，以及分组交换网、数字数据网、帧中继和 ATM；第 7 章介绍 Internet 中分组交换的具体实现方式——IP 交换技术，包括 TCP/IP、二层交换和三层交换技术等，具体介绍 IP 交换的核心设备——路由器，简要介绍当前广泛应

用的几种路由选择协议；第8章介绍下一代网络（NGN）的基本概念，基于软交换的网络体系结构，软交换的基本技术、主要协议及其组网应用；第9章介绍光纤通信的特点、光纤通信系统的组成和光纤通信中的复用技术，重点讨论了SDH光同步传送网；第10章介绍接入网的接口技术、铜线接入技术（xDSL）、光纤接入（FTTx）技术和无线接入网技术；第11章介绍卫星通信的基本概念、通信卫星和地球站的基本组成，并讨论了几种卫星移动通信系统；第12章主要介绍多媒体通信的体系结构、多媒体通信系统组成、多媒体通信的关键技术和多媒体通信的应用；第13章介绍电子商务的基本概念和电子商务系统的功能、结构、组成，主要讨论网络交易的安全管理；第14章介绍几种主要的现代电信业务，包括固定电话、长途电话、语音信息、电话卡、智能网、移动通信、数据通信、图像通信等业务。

本书可作为普通高等院校通信、信息、电子等专业的相关课程的教材或教学参考书，也可作为电信从业人员的培训教材。

本书由施扬编著。在编写过程中得到解放军理工大学通信工程学院的各级领导的支持，谨此表示感谢！

限于作者水平，书中难免存在一些疏漏和错误，敬请读者批评指正。

编 者

2010年8月

目 录

第1章 概述	1	第3章 No.7 信令网	60
1.1 通信技术的基本概念	1	3.1 信令的基本概念	60
1.1.1 通信的分类	1	3.1.1 信令的基本概念	60
1.1.2 通信方式	1	3.1.2 信令的分类	61
1.1.3 现代通信技术的目标	2	3.1.3 中国 No.1 信令	63
1.2 通信网的结构	3	3.2 No.7 信令的结构及功能	65
1.2.1 通信网的构成要素	3	3.2.1 No.7 信令系统的四级结构	65
1.2.2 通信网的结构	4	3.2.2 消息信令单元的格式	66
1.3 通信网的分类	8	3.3 消息传递部分	67
1.4 通信网的质量	9	3.3.1 信令数据链路功能级	68
1.5 通信网的体系结构	10	3.3.2 信令链路功能级	68
1.5.1 网络分层的概念	10	3.3.3 信令网功能级	71
1.5.2 分层结构中的接口和服务	13	3.4 ISDN 用户部分	75
1.5.3 OSI 和 TCP/IP	13	3.4.1 ISUP 消息格式及编码	75
1.6 电信业务	18	3.4.2 常用 ISUP 消息	76
第2章 交换技术	19	3.4.3 ISUP 功能和支持的业务	77
2.1 交换技术	19	3.4.4 基本的呼叫控制过程	77
2.1.1 概述	19	3.5 信令连接控制部分	78
2.1.2 业务特点	20	3.5.1 SCCP 的功能结构与业务	79
2.1.3 通信网交换技术	21	3.5.2 SCCP 消息格式	80
2.1.4 计算机网络使用的交换技术	24	3.6 事务处理能力	82
2.1.5 交换技术比较	25	3.6.1 TCAP 的功能结构	83
2.2 数字电话交换机	26	3.6.2 TCAP 的消息格式	84
2.2.1 数字电话交换机的基本功能	26	3.7 信令网	85
2.2.2 交换机硬件系统	27	3.7.1 与信令网有关的术语和定义	85
2.2.3 数字交换原理	32	3.7.2 信令网的拓扑结构和特点	86
2.2.4 交换机控制结构	36	3.7.3 信令网的可靠性措施	87
2.2.5 交换机软件系统	40	3.7.4 我国的 No.7 信令网	88
2.2.6 呼叫处理原理	42	3.7.5 信令路由及路由选择原则	89
2.2.7 交换机操作系统	45	第4章 同步网	91
2.3 电话网	52	4.1 概述	91
2.3.1 电话网概述	52	4.2 网同步设备和定时分配链路	92
2.3.2 电话网的等级结构	53	4.2.1 节点时钟设备	92
2.3.3 电话网编号方案	56	4.2.2 定时分配	93

4.3 网同步技术.....	95	5.6.3 第三代移动通信系统的应用及关键技术.....	142
4.3.1 准同步.....	96	第6章 数据通信技术	144
4.3.2 主从同步.....	96	6.1 数据通信网的概念.....	144
4.3.3 相互同步.....	97	6.2 数据通信网的组成.....	146
4.3.4 外时间基准同步.....	98	6.3 分组交换网.....	147
4.3.5 通信楼综合定时供给系统.....	99	6.3.1 分组交换的基本概念.....	147
4.3.6 数字同步网结构.....	101	6.3.2 X.25 建议.....	150
4.4 数字同步网的主要技术指标.....	104	6.3.3 分组交换网.....	157
4.4.1 滑动.....	104	6.4 数字数据网.....	160
4.4.2 抖动和漂移.....	106	6.4.1 DDN 网络组成.....	160
4.4.3 时间间隔误差.....	106	6.4.2 DDN 网络结构.....	162
4.5 我国的同步网.....	106	6.5 帧中继.....	164
第5章 移动通信技术	109	6.5.1 帧中继技术特点.....	164
5.1 移动通信概述.....	109	6.5.2 帧中继的帧结构及相关协议.....	166
5.2 公用蜂窝移动通信网络.....	111	6.5.3 帧中继网络.....	168
5.2.1 网络结构.....	111	6.6 ATM.....	169
5.2.2 信道划分和波道指配.....	114	6.6.1 ATM 基本概念.....	169
5.2.3 信道类型和时隙结构.....	115	6.6.2 ATM 协议参考模型.....	170
5.2.4 编号计划.....	117	6.6.3 ATM 网络的组成与接口.....	173
5.2.5 移动通信网络的发展演变.....	119	6.6.4 流量控制和拥塞控制.....	173
5.3 移动交换基本技术.....	120	第7章 Internet 技术	176
5.3.1 移动呼叫的一般过程.....	120	7.1 概述.....	176
5.3.2 自动漫游.....	124	7.1.1 计算机通信的演进与发展.....	176
5.3.3 越区切换.....	124	7.1.2 计算机通信网分类.....	177
5.3.4 网络安全.....	125	7.1.3 TCP/IP 参考模型.....	177
5.4 移动交换信令.....	128	7.2 IP.....	179
5.4.1 空中接口信令.....	128	7.2.1 IP 地址格式.....	179
5.4.2 基站接入信令.....	130	7.2.2 域名服务.....	183
5.4.3 网络接口信令.....	132	7.2.3 IP 数据报分组格式.....	183
5.5 CDMA 移动通信系统.....	132	7.3 TCP 与 UDP.....	185
5.5.1 CDMA 系统概述.....	132	7.3.1 TCP.....	185
5.5.2 CDMA 网络结构及信道类型.....	133	7.3.2 UDP.....	187
5.5.3 CDMA 系统的关键技术.....	134	7.4 局域网交换与三层交换.....	187
5.5.4 移动性管理与呼叫处理.....	136	7.4.1 局域网体系结构.....	188
5.6 第三代移动通信系统.....	138	7.4.2 二层交换.....	189
5.6.1 第三代移动通信系统概述.....	138	7.4.3 三层交换.....	191
5.6.2 第三代移动通信系统标准化及网络结构.....	139	7.5 路由器.....	192

7.5.1 Internet 网络结构	192	9.2 光纤通信系统的组成	236
7.5.2 路由器结构与工作原理	192	9.3 光纤通信网络分类	239
7.5.3 路由算法设计原则与分类	195	9.4 光纤通信中的复用技术	240
7.5.4 路由信息协议	197	9.5 SDH 光同步传送网	241
7.5.5 开放最短路径优先	198	9.5.1 SDH 的速率体系	241
7.5.6 路由器的发展与应用	199	9.5.2 SDH 的帧结构	242
7.6 IPv6	200	9.5.3 SDH 的复用结构与原理	244
7.6.1 IPv6 的主要特点	200	9.5.4 SDH 的传送网结构与自愈	247
7.6.2 IPv4 向 IPv6 的演进	202	第 10 章 宽带接入网技术	255
第 8 章 下一代网络技术	204	10.1 概述	255
8.1 下一代网络概述	204	10.1.1 接入网的基本概念	255
8.1.1 下一代网络的定义和特点	204	10.1.2 接入网的分类	257
8.1.2 下一代网络功能分层结构	205	10.2 接入网的接口技术	257
8.2 基于软交换的下一代网络	205	10.2.1 接入网的界定与功能模型	257
8.2.1 下一代网络结构	206	10.2.2 V5 接口	259
8.2.2 软交换设备功能	208	10.3 铜线接入技术	259
8.2.3 软交换的特点	209	10.3.1 xDSL 调制解调技术	260
8.3 软交换设备	209	10.3.2 非对称数字用户线	261
8.3.1 综合接入设备	210	10.3.3 高比特率数字用户线	263
8.3.2 媒体网关	211	10.3.4 甚高速数字用户线	264
8.3.3 信令网关	212	10.3.5 单线路数字用户线	266
8.3.4 SIP 终端与服务器	214	10.3.6 速率自适应数字用户线	266
8.4 软交换主要协议	215	10.4 混合光纤同轴电缆接入网	266
8.4.1 H.248 协议	215	10.5 光纤接入技术	267
8.4.2 H.323 协议	219	10.5.1 光纤接入网的特点和结构	267
8.4.3 SIP	220	10.5.2 无源光网络	268
8.5 路由与 TRIP	222	10.5.3 光纤接入	269
8.5.1 软交换路由方案	222	10.6 无线接入网技术	270
8.5.2 电话路由协议	223	10.6.1 无线局域网	270
8.5.3 TRIP 与路由服务	224	10.6.2 本地多点分配业务	278
8.6 软交换组网技术	224	10.6.3 直接广播卫星	279
8.6.1 软交换组网方案	224	10.6.4 混合光纤无线	279
8.6.2 软交换网的编号	225	第 11 章 卫星通信技术	281
8.6.3 软交换相关问题	226	11.1 卫星通信概述	281
8.7 软交换的组网应用	228	11.1.1 卫星通信系统的组成及特点	282
8.7.1 软交换在固定网中的应用	228	11.1.2 卫星通信工作频段	283
8.7.2 软交换在移动网中的应用	231	11.1.3 卫星通信的多址方式	285
第 9 章 光纤通信技术	234	11.2 通信卫星	286
9.1 光纤通信概述	234		

11.2.1 同步通信卫星	286	13.4.3 网络交易风险和安全管理的基本思路	342
11.2.2 通信卫星的组成	287	13.4.4 网络安全技术	343
11.2.3 观察参量	289	第 14 章 现代电信业务	349
11.3 卫星地球站	290	14.1 固定电话业务	349
11.3.1 地球站的种类	290	14.1.1 固定电话	349
11.3.2 地球站组成	290	14.1.2 固定电话基本业务	349
11.4 卫星移动通信	294	14.1.3 固定电话增值业务	351
11.4.1 INTELSAT 卫星通信系统	295	14.1.4 中继线	353
11.4.2 INMARSAT 卫星通信网	296	14.1.5 公用电话	354
11.4.3 VSAT 卫星通信网	298	14.1.6 用户交换机、集团电话	354
11.4.4 铱系统	301	14.1.7 虚拟网	355
11.4.5 全球星系统	303	14.1.8 ISDN 业务	356
第 12 章 多媒体通信技术	305	14.1.9 无线市话	356
12.1 多媒体通信概述	305	14.2 长途电话业务	357
12.2 多媒体通信的特征及体系结构	307	14.2.1 国内公众长途电话业务	357
12.2.1 多媒体通信的特征	307	14.2.2 国际和港、澳、台长途电话业务	358
12.2.2 多媒体通信的体系结构	309	14.2.3 IP 长途电话业务	359
12.3 多媒体硬件系统组成与标准化	310	14.3 语音信息业务	359
12.3.1 多媒体硬件系统组成	310	14.3.1 语音信箱业务的种类	359
12.3.2 多媒体通信的标准化	311	14.3.2 语音信箱系统的功能	360
12.4 多媒体通信的关键技术	315	14.3.3 电话信息服务业务	361
12.5 多媒体通信的应用	318	14.3.4 其他语音信息业务	361
12.5.1 会议电视系统	318	14.4 电话卡业务	362
12.5.2 可视电话系统	321	14.4.1 IC 卡电话业务	362
12.5.3 远程图像通信系统	323	14.4.2 账号电话卡业务	362
12.5.4 多媒体终端	325	14.4.3 IP 电话卡业务	362
第 13 章 电子商务技术	327	14.5 智能网业务	362
13.1 电子商务的基本概念	327	14.5.1 智能网的构成	363
13.1.1 电子商务的含义	327	14.5.2 800 业务	363
13.1.2 电子商务的特性	328	14.5.3 通用号码业务	363
13.1.3 电子商务的分类	328	14.5.4 其他电话智能网业务	364
13.2 电子商务系统	331	14.6 移动通信业务	364
13.2.1 电子商务系统的功能	331	14.6.1 移动通信基本业务的种类	364
13.2.2 电子商务系统的结构	333	14.6.2 移动电话新业务	365
13.2.3 电子商务系统的组成要素	336	14.6.3 移动通信数据业务	367
13.3 电子商务技术	337	14.6.4 第三代移动通信的业务	369
13.4 网络交易安全管理	338		
13.4.1 网络安全威胁概述	338		
13.4.2 网络入侵者和病毒	340		

14.6.5 第三代移动通信业务的特点	372	14.8.1 传真通信业务	385
14.7 数据通信业务	374	14.8.2 可视图文业务	386
14.7.1 数据通信业务方式	374	14.8.3 图文电视业务	386
14.7.2 数据通信业务种类	374	14.8.4 可视电话业务	386
14.7.3 Internet 提供的业务	380	14.8.5 会议电视业务	386
14.8 图像通信业务与多媒体业务	385	中英文对照表	388
		参考文献	397

随着通信网的种类越来越多，通信网能够向公众提供的电信业务越来越丰富，而各种各样的通信网是由各种现代通信技术作为支撑的。为了便于后续各章节的具体分析，在此先就现代通信技术的基本概念、现代通信网结构、现代通信的分类和质量、现代通信网的体系结构、电信业务等做一概要介绍。

1.1 通信技术的基本概念

从本质上讲，通信技术是实现信息传递功能的一门科学技术，它的主要功能是将大量有用的信息无失真、高效率地进行传输，同时还要具有存储、处理、采集和显示播放等功能，并且抑制掉无用信息和有害信息。

1.1.1 通信的分类

通信按不同形式有如下几种分类方式。

- ① 按传输信号形式不同分为模拟通信与数字通信两大类。
- ② 按信道具体形式可分为有线通信和无线通信，如图 1.1 所示。
- ③ 按通信工作频段可以分为长波通信、中波通信、短波通信、微波通信、光通信等。
- ④ 按通信的具体业务与内容可分为语音通信(电话)、图像通信、多媒体通信、无线寻呼、可视电话、电报等。
- ⑤ 按通信参与者是否在运动中完成通信可分为移动通信和固定通信。

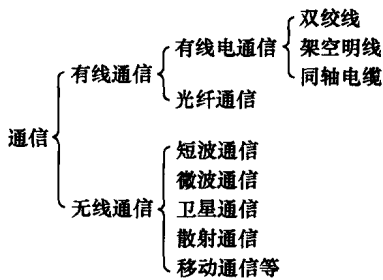


图 1.1 按信道分类

1.1.2 通信方式

通信方式从不同角度来考虑，常有以下几种分类方式。

(1) 按消息传送的方向与时间分类

按消息传送的方向与时间分类，通信方式可以分为单工通信、半双工通信和全双工通信 3 种方式。

单工通信是指信息只能单方向传输的工作方式。发送端和接收端的身份是固定的，发送端只能发送信息，不能接收信息；接收端只能接收信息，不能发送信息，信息仅从一端传送到另一端，即信息流是单方向传输的。例如广播、遥控、遥测就是单工通信方式。

全双工通信是通信的双方可以同时发送和接收信息的信息交互方式。信息流可以是双向传输的。例如常见的电话通信就是全双工通信方式。

半双工通信可以实现双向的通信，但不能在两个方向上同时进行通信，信息流必须交替地进行传输。在某一时刻，信息流是单方向传输的。例如对讲机就是半双工通信方式。

(2) 按数字信号排序分类

在数字通信中，按照数字信号排列的顺序不同，可将通信方式分为串序传输和并序传输两种方式。串序传输方式是将代表信息的数字信号或数据信号按时间顺序一个接一个地在信道中传输的方式，如图 1.2 (a) 所示。如果将代表信息的数字信号序列按某一规则分成两路或两路以上的数字信号序列同时在信道上传输，则称为并序传输通信方式，如图 1.2 (b) 所示。

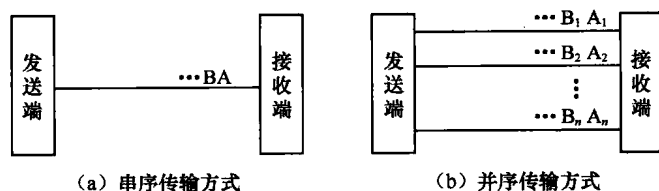


图 1.2 串序传输方式与并序传输方式

(3) 按通信网络形式分类

通信的网络形式通常可分为 3 种：两点间直通方式、分支方式和交换方式。

两点间直通方式，其示意图如图 1.3 (a) 所示。

分支方式，其示意图如图 1.3 (b) 所示。

交换方式，其示意图如图 1.3 (c) 所示。

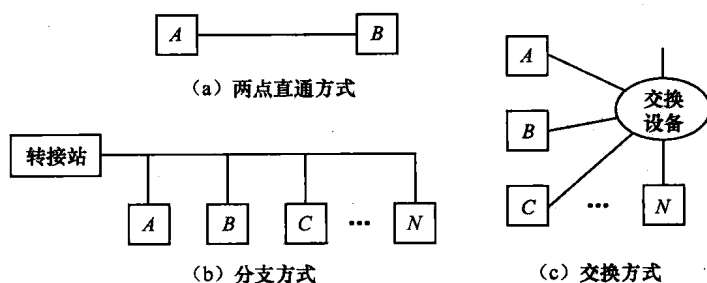


图 1.3 按网络形式划分的通信方式

1.1.3 现代通信技术的目标

现代通信技术概括起来主要有如下目标。

- ① 开发一系列能在不同通信设备与网络上运行的技术规程和标准。
- ② 为用户提供更大的吞吐量、更高的传输速率、更低的延迟，以更快地实现通信网络的运行。

- ③ 支持任意类型的应用。
- ④ 提供更多更好的网络管理工具。
- ⑤ 提供网络硬件与软件之间的“无缝”连接，以及网络之间的“无缝”连接。

1.2 通信网的结构

通信系统是各种协调工作的通信设备集合的整体。最简单的通信系统是只在两个用户间建立的专线系统，较复杂的系统是由多级交换的通信网提供信道，在一次呼叫过程中所构成的系统。

1.2.1 通信网的构成要素

对于一个复杂的系统，站在不同的角度，就有不同的观点，结论也不尽相同。那么什么是通信网？从用户的角度来看，通信网是一个信息服务设施，甚至是一个娱乐服务设施，用户可以使用它获取信息、发送信息、娱乐等。而从相关专业的角度来看，通信网则是由各种软硬件设施按照一定的规则互连在一起，完成信息传递任务的系统。通信工程师心目中的通信网应该可测、可控，便于管理和扩充。

1. 定义

通信网是由一定数量的节点（包括终端节点、交换节点和业务节点）和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起，并按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系。用户使用它可以克服空间、时间等障碍来进行有效的信息交换。

在通信网上，信息的交换可以在两个用户间进行，在两个计算机进程间进行，还可以在一个用户和一个设备间进行。交换的信息包括用户信息（如语音、数据、视频等）、控制信息（如信令信息、路由信息等）和网络管理信息三类。

应该强调的一点是，网络不是目的，只是手段。网络只是实现大规模、远距离通信系统的一种手段。与简单的点到点的通信系统相比，网络的基本任务并未改变，通信的有效性和可靠性仍然是网络设计时要解决的两个基本问题，只是由于用户规模、业务量、服务区域的扩大，解决这两个基本问题的手段变得相对复杂了。例如，网络的体系结构、管理、监控、信令、路由、计费、服务质量保证等都是由此而派生出来的。

2. 通信网的构成要素

通信网的基本功能就是为通信双方（或多方）提供信息传递的路径，使处于不同位置的终端用户可以相互通信。

实际的通信网是由软件和硬件按特定方式构成的一个通信系统，每一次通信都需要软硬件设施的协调配合来完成。从硬件构成来看，通信网由终端节点、交换节点、业务节点和传输系统构成，完成通信网的基本功能，即接入、交换和传输。软件设施则包括信令、协议、控制软件、管理软件、计费软件等，主要完成通信网的控制、管理、运营和维护，实现通信网的智能化。

(1) 终端节点

最常见的终端节点有电话机、传真机、计算机、视频终端和 PBX 等，它们是通信网上信息的产生者，同时也是通信网上信息的接收者。其主要功能有以下几个方面。

① 用户信息的处理。主要包括用户信息的发送和接收，将用户信息转换成适合传输系统传输的信号以及相应的反变换。

② 信令信息的处理。主要包括产生和识别连接建立、业务管理等所需的控制信息。

(2) 交换节点

交换节点是通信网的核心设备，最常见的有电话交换机、移动交换机、分组交换机、路由器、转发器等。交换节点负责集中、转发终端节点产生的用户信息，但本身并不产生和使用用户信息。交换节点的基本功能结构如图 1.4 所示，其主要功能有以下几个方面。

① 用户业务的集中和接入功能，通常由各类用户接口和中继接口组成。

② 交换功能，通常由交换矩阵完成任意入线到出线的数据交换。

③ 信令功能，负责呼叫控制和连接的建立、监视、释放等。

④ 其他控制功能，包括路由信息的更新和维护、计费、话务统计、维护管理等。

(3) 业务节点

最常见的业务节点有智能网中的业务控制节点 (SCP)、智能外设、语音信箱系统，以及 Internet 上的各种信息服务器等。它们通常由连接到通信网络边缘的计算机系统、数据库系统组成。其主要功能如下。

① 实现独立于交换节点的业务执行和控制。

② 实现对交换节点呼叫建立的控制。

③ 为用户提供智能化、个性化、有差异的服务。

目前，基本电信业务的呼叫建立、执行控制等功能由于历史的原因仍然在交换节点中实现，但很多新的电信业务则将其转移到业务节点中了。

(4) 传输系统

传输系统为信息的传输提供传输信道，并将网络节点连接在一起。通常传输系统的硬件组成应包括线路接口设备、传输介质、交叉连接设备等。

传输系统一个主要的设计目标就是提高物理线路的使用效率，因此通常传输系统都采用了多路复用技术，如频分复用、时分复用、波分复用等。

另外，为保证交换节点能正确接收和识别传输系统的数据流，交换节点必须与传输系统协调一致，这包括保持帧同步和位同步、遵守相同的传输体制（如 PDH、SDH 等）等。

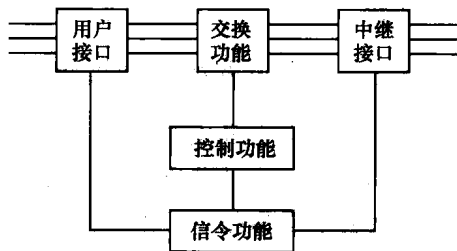


图 1.4 交换节点的基本功能结构

1.2.2 通信网的结构

1. 通信网的基本结构

在日常的工作和生活中，经常接触和使用各种类型的通信网，例如电话网、计算机网络、

移动通信网等。电话网是目前人们最熟悉也是最成熟的通信网，主要用来传送用户的语音信息；计算机网络则是办公场所最为常见的一种网络，主要用于信息发布、程序和数据的共享、设备（如打印机、绘图仪、扫描仪等）共享等。Internet 是计算机的互联网络，将全球绝大多数的计算机网络互连在一起，以实现更为广泛的信息资源共享，目前 Internet 已成为电子商务和娱乐的一个基础支撑平台。移动通信网是目前最为普及的通信网，主要用于语音通信、短消息通信和其他移动增值业务，而移动增值业务实际上来源于 Internet。

各种类型的通信网络虽然在传送信息的类型、传送的方式和所提供服务的种类等方面各不相同，但是在网络结构、基本功能、实现原理上都是相似的，都实现了以下 4 个主要的网络功能。

① 信息传送。信息传送是通信网的基本任务，传送的信息主要分为用户信息、信令信息、管理信息三大类。信息传输主要由交换节点和传输系统完成。

② 信息处理。网络对信息的处理方式对最终用户是不可见的，其主要目的是增强通信的有效性、可靠性和安全性，信息最终的语义解释一般由终端应用来完成。

③ 信令机制。信令机制是通信网上任意两个通信实体之间为实现某一通信任务，进行控制信息交换的机制，例如电话网上的 No.7 信令、Internet 上的各种路由信息协议、TCP 连接建立协议等均属此范畴。

④ 网络管理。网络管理负责网络的运营管理、维护管理、资源管理，以保证网络在正常和故障情况下的服务质量，是整个通信网中最具智能的部分。已形成的网络管理标准有电信管理网标准（TMN）系列、计算机网络管理标准（SNMP）等。

因此，从功能的角度看，一个完整的现代通信网可分为相互依存的 3 部分——业务网、传送网、支撑网，如图 1.5 所示。

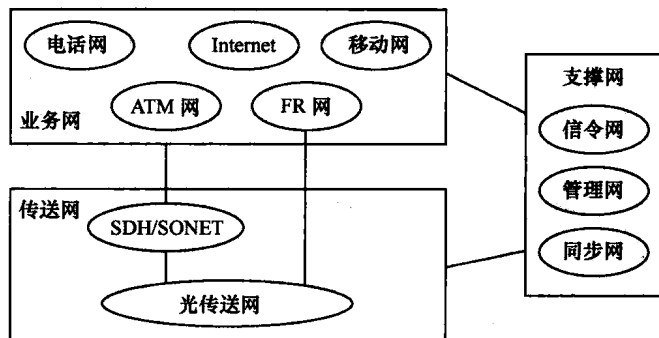


图 1.5 现代通信网的功能结构

（1）业务网

业务网负责向用户提供各种通信业务，如基本语音、数据、多媒体、租用线、VPN 等，采用不同交换技术的交换节点设备通过传送网互连在一起就形成了不同类型的业务网。

构成一个业务网的主要技术要素有以下几方面内容：网络拓扑结构、交换节点技术、编号计划、信令技术、路由选择、业务类型、计费方式、服务性能保证机制等，其中采用各种交换技术的交换节点设备是构成业务网的核心要素。

按所提供的业务类型来分，目前主要业务网的类型如表 1.1 所示。

表 1.1 主要业务网的类型

业 务 网	基 本 业 务	交换节点设备	交 换 技 术
固定电话网	普通电话业务	数字程控交换机	电路交换
移动通信网	移动语音、数据	移动交换机	电路/分组交换
智能网	以普通电话业务为基础的增值业务和智能业务	业务交换节点、业务控制节点	电路交换
分组交换网 (X.25)	低速数据业务 ($\leq 64\text{ kbit/s}$)	分组交换机	分组交换
帧中继	局域网互连 ($\geq 2\text{ Mbit/s}$)	帧中继交换机	帧交换
数字数据网	数据专线业务	DXC 和复用设备	电路交换
计算机局域网	本地高速业务 ($\geq 10\text{ Mbit/s}$)	集线器 (Hub)	共享介质、随机竞争式
Internet	Web、数据业务	路由器、服务器	分组交换
ATM 网络	综合业务	ATM 交换机	信元交换

(2) 传送网

传送网是随着光传输技术的发展，在传统传输系统的基础上引入管理和交换智能后形成的。传送网独立于具体业务网，负责按需为交换节点/业务节点之间的互连分配电路，在这些节点之间提供信息的透明传输通道，同时还提供相应的管理功能，如电路调度、网络性能监视、故障切换等。

构成传送网的主要技术要素有传输介质、复用体制、传送网节点技术等，其中传送网节点主要有分插复用设备 (ADM) 和交叉连接设备 (DXC) 两种类型，这些设备是构成传送网的核心要素。

传送网节点与业务网的交换节点相似之处在于传送网节点也具有交换功能。主要的不同之处在于业务网交换节点的基本交换单位本质上是面向终端业务的，粒度很小，例如一个时隙、一个虚连接；传送网节点的基本交换单位本质上是面向一个中继方向的，因此粒度很大，例如 SDH 中基本的交换单位是一个虚容器 (最小是 2 Mbit/s)，而在光传送网中基本的交换单位则是一个波长 (目前骨干网上至少是 2.5 Gbit/s)。传送网节点与业务网的交换节点的另一个不同之处还在于，业务网交换节点的连接是在信令系统的控制下建立和释放的，而光传送网节点之间则主要是通过管理层面来控制或配置其连接的建立或释放，每一个连接相对固定或需要较长时期的维持。

目前主要的传送网有 SDH/SONET 和光传送网 (OTN) 两种类型。

(3) 支撑网

支撑网负责提供业务网正常运行所必需的信令、同步、网络管理、业务管理、运营管理等功能，以提供用户满意的服务质量。支撑网包含以下 3 部分。

① 同步网。同步网处于数字通信网的最底层，负责实现网络节点设备之间和节点设备与传输设备之间信号的时钟同步、帧同步以及全网的网同步，保证地理位置分散的物理设备之间数字信号的正确接收和发送。

② 信令网。对于采用公共信道信令体制的通信网，存在一个逻辑上独立于业务网的信令网，它负责在网络节点之间传送与业务相关或无关的控制信息流。

③ 管理网。管理网的主要目标是通过实时和近实时方式来监视业务网的运行情况，并相应地采取各种控制和管理手段，以达到在各种情况下充分利用网络资源的目的，保证通信的

服务质量。

另外,从网络的物理位置分布角度来划分,通信网还可以分成用户驻地网(CPN)、接入网和核心网三部分,其中用户驻地网是业务网在用户端的自然延伸,接入网也可以看成传送网在核心网之外的延伸,而核心网则包含业务、传送、支撑等网络功能要素。

2. 通信网的拓扑结构

通信网是一个多用户通信系统的互连,通信网可以用各种不同的方式将多用户互连。通信网常用的拓扑结构有以下7种形式,如图1.6所示。

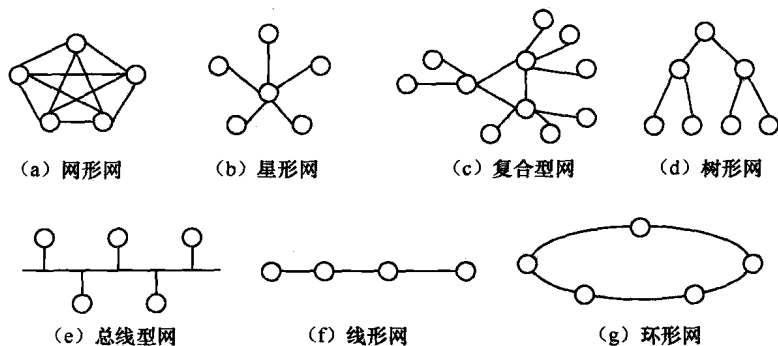


图 1.6 通信网的拓扑结构

(1) 网形网结构

如图1.6(a)所示,网形网是一种完全互连的网,网内任意两个节点之间均有直达线路相连。其优点是网络线路冗余度大,稳定性较好,网络可靠性高,局部故障不会影响整个网络的正常工作,任意两点间可直接通信,网络阻塞情况大大减少。缺点是网络线路平均利用率低,网络成本高,经济性较差,另外网络扩容也不方便。

网状结构通常用于节点数目少、又有很高可靠性要求的场合。

(2) 星形网结构

如图1.6(b)所示,星形网也称为辐射网,是将某一个节点作为转接节点,转接节点与其他节点均有线路相连的网络。星形网的优点是传输链路少,降低了传输链路的成本,提高了线路的利用率。缺点是网络的可靠性差,对转接节点依赖性大;一旦转接节点发生故障或转接能力不足时,全网的通信都会受到影响,甚至会造成全网瘫痪。

通常在传输链路费用高于转接设备且对可靠性要求不高的场合,采用星形结构,以降低建网成本。星形结构可在有线局域网、无线局域网等网络中使用。

(3) 复合型网结构

如图1.6(c)所示,复合型网由网形网和星形网复合而成。根据通信网业务的需要,以星形网为基础,在业务量较大的转接交换中心区间采用网形网结构,可以使整个网络结构比较经济,并且稳定性和可靠性较好。

复合型网络兼具了星形网和网形网的优点,因此它是通信网中常用的网络拓扑结构。目前在规模较大的局域网和电信骨干网中广泛采用分级的复合型网络结构,但应注意在设计时要以转接设备和传输链路的总费用最小为原则。