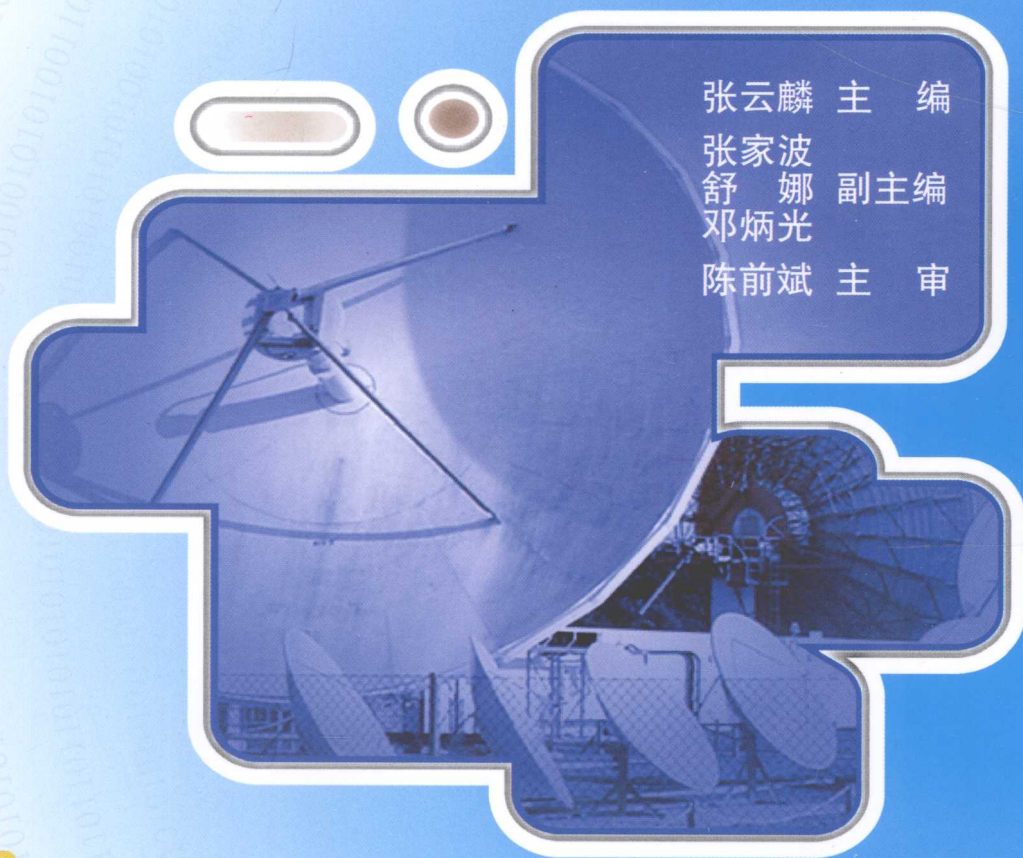




21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

通信网的信令系统

张云麟 主 编
张家波 舒 娜 副主编
邓炳光
陈前斌 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

通信网的信令系统

主 编 张云麟

副主编 张家波 舒 娜 邓炳光

主 审 陈前斌



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书依据 ITU-T 标准及原邮电部有关国内 No. 7 信令方式的相关技术规范, 结合多年来作者所在的研究所进行各类信令分析仪表开发与应用的相关成果编写而成。本书介绍了现代通信网的信令及信令网的基本概念、特点、功能和应用等内容; 并以 No. 7 信令功能级结构模型为主线, 详细介绍了信令系统各用户部分(UP)的功能、特点、消息格式、编码、参数设置及其应用实例。这些用户部分包括: 电话用户部分(TUP)、综合业务数字网用户部分(ISUP)、信令连接控制部分(SCCP)、事务处理能力应用部分(TCAP)以及移动应用部分(MAP)。最后还对信令系统在电话网、移动网及下一代网络维护中的应用作了简要介绍。

本书内容简洁, 图表丰富, 结合了大量工程实例进行分析、描述, 通俗易懂, 实用性强。本书可作为高等院校通信工程及信息类专业的本科生及研究生教材, 也可供从事通信运维工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信网的信令系统/张云麟主编. —北京: 北京大学出版社, 2009. 10

(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15786-2

I. 通… II. 张… III. 通信网—信号系统—高等学校—教材 IV. TN915.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 167411 号

书 名: 通信网的信令系统

著作责任者: 张云麟 主编

责任编辑: 李娉婷

标准书号: ISBN 978-7-301-15786-2/TN·0051

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 282 千字

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

作为现代通信网的三大支撑网之一,信令网是通信网的神经系统,在业务网的连接建立和正常运行、增强网络功能以及提高网络运维能力和服务质量等方面起着不可忽视的作用。

信令系统是数字通信网中非常重要的组成部分,它保证了各设备协调动作和传递各种话音及非话音信息,是可靠地进行路由选择和分配控制消息等功能的基础。No. 7 信令系统的信令信道与业务信道逻辑上分离,因而具有传送速度快、信号容量大以及可靠性高等优点,从而广泛应用于各类数字电路交换网中,并已成为一个国际通用开放终端的公共信道信令标准。

进入 21 世纪以来,随着我国经济的高速发展和技术的不断进步,信息技术和信息产业发展十分迅猛,并在日新月异地不断发展着。信令系统不仅可以用于电话通信网和综合业务数字网中,而且还广泛应用于移动通信网、智能网以及下一代网络(NGN)中。可以说,随着通信网的不断发展和演进,其信令系统也必然不断得到发展和完善。

为使通信专业、信息专业的学生系统掌握现代通信信令网的基础理论,了解现代通信信令网的新知识与发展趋势,我们特编写了此书。本书是编者多年从事教学和科研工作的总结。内容由浅入深、循序渐进,并附有大量图表加以说明,简洁明了,每章知识架构思路清晰,小结中重点、难点明确,还配有一定量的课后思考题帮助复习巩固。本书无论对于需要系统性地掌握 No. 7 信令系统基本原理的学生,还是对于从事通信行业的工程技术人员,均不失为是一本很有价值的参考书。

本书是依据 ITU-T 标准,同时汲取国内外大量最新有关现代通信信令网文献知识的精华,并结合多年来作者所在的研究所进行各类信令分析仪表开发与应用等研究工作所取得的成果编写而成的。本书对现代通信网主要业务网有关信令的基本概念、特点、功能和应用等内容做了详细介绍,共分为 8 章。第 1 章为通信网概论,围绕今后学习信令系统的需要,介绍了通信网的基本概念与体系结构,电话网、移动通信网的网络结构和编号计划,数据通信网和智能网的基本概念。第 2 章为信令系统与 No. 7 信令网,主要介绍了信令的基本概念、电话网的局间随路信令和共路信令, No. 7 信令网的概念、结构、编号计划、链路配置等,以及信令系统的消息传递部分(MTP)。第 3~7 章重点介绍了信令系统各用户部分(UP)的功能、特点、消息格式与编码、参数设置及相关的应用实例,这些用户部分依次为:电话用户部分(TUP)、综合业务数字网用户部分(ISUP)、信令连接控制部分(SCCP)、事务处理能力应用部分(TCAP)以及移动应用部分(MAP)。第 8 章则对信令系统在各种网络(主要包括电话网、移动网和下一代网络)维护中的应用进行了简要介绍。

本书建议授课课时数为 32 学时,其中:第 1 章 4 学时,第 2 章 6 学时,第 3 章 4 学时,第 4 章 4 学时,第 5 章 6 学时,第 6 章 4 学时,第 7 章 2 学时,第 8 章 2 学时。



本书由重庆邮电大学张云麟教授主编，舒娜负责第1~4章、张家波负责第5~7章、邓炳光负责第8章的编写及修改，全书由陈前斌教授统稿和主审。在编写过程中，特别感谢张治中教授和周扬伍高工一直支持本书的写作，并提供了许多有益的建议。另外，李季碧、张松炜、杨晓斐、陈为、肖正杰、涂艳丽等研究生参与了大量资料的查阅、收集、整理工作，目前他们均已走上不同的工作岗位，在此一并表示感谢。

近年来通信技术的发展甚为迅猛，本书结合现代通信网的发展情况补充了一些网络与信令系统的新内容。受教材篇幅限制和作者水平有限，书中难免有不妥之处，还望各位专家和同行赐教，敬请各位读者批评指正。

编 者

2009年8月于重庆南山

目 录

第 1 章 通信网概论 1

教学目的与要求 1

引言 1

1.1 通信网 2

1.1.1 通信网的基本概念 2

1.1.2 通信网的基本网络结构 ... 3

1.1.3 现代通信网的体系结构 ... 4

1.1.4 通信网的质量 6

1.1.5 通信网的分类 7

1.2 电话网 7

1.2.1 电话网的组成 8

1.2.2 我国电话网的等级结构 ... 10

1.2.3 电话网编号方案 11

1.3 移动通信网 12

1.3.1 GSM 移动通信系统结构 ... 13

1.3.2 我国移动通信网的网络
结构 14

1.3.3 GSM 移动通信系统的
编号计划 14

1.3.4 CDMA 网络结构与编号
计划 16

1.3.5 移动数据通信 17

1.4 数据通信网 17

1.5 智能网 19

知识扩展: IT 技术 20

小结 21

课后思考题 21

第 2 章 信令系统与 No. 7 信令网 22

教学目的与要求 22

引言 22

2.1 概述 23

2.1.1 信令的基本概念 23

2.1.2 信令的分类 23

2.1.3 国际信令方式 24

2.1.4 国内信令方式 26

2.2 随路信令 26

2.2.1 线路信令 26

2.2.2 记发器信令 27

2.2.3 中国 No. 1 信令 27

2.3 公共信道信令 28

2.3.1 No. 7 信令系统的特点及其
应用 28

2.3.2 No. 7 信令系统功能级及与
OSI 模型的关系 29

2.3.3 No. 7 信令基本信号单元 ... 30

2.4 No. 7 信令网 33

2.4.1 信令网的基本概念 33

2.4.2 信令网的结构 34

2.4.3 信令网的编号计划 37

2.4.4 信令链路的配置 38

2.4.5 信令路由的选择 39

2.5 No. 7 信令的消息传递部分 42

2.5.1 信令数据链路功能级 43

2.5.2 信令链路功能级 43

2.5.3 信令网功能级 47

知识扩展: No. 7 信令的应用 50

小结 50

课后思考题 51

第 3 章 No. 7 信令电话用户部分 52

教学目的与要求 52

引言 52

3.1 TUP 消息格式及编码 52

3.1.1 电话标记 53

3.1.2 标题码 53

3.1.3 前向地址消息组 56



3.1.4 前向建立消息组	61
3.1.5 后向建立消息组	63
3.1.6 后向建立成功信息 消息组	64
3.1.7 后向建立不成功信息 消息组	65
3.1.8 呼叫监视消息组	65
3.1.9 电路监视消息组	66
3.2 TUP 接续控制流程	67
3.2.1 市话分局间直接接续	67
3.2.2 市话分局间经汇接局转接 接续	68
3.2.3 多段转接(包括一段卫星电路) 回声抑制器的控制过程	68
3.2.4 自动重复试呼过程	69
3.3 TUP 消息实例及解析	70
3.3.1 TUP 消息实例	70
3.3.2 消息解析	71
知识扩展: TUP 与 ISUP 的区别	73
小结	73
课后思考题	74

第4章 No.7 信令综合业务数字网

用户部分

教学目的与要求	75
引言	75
4.1 ISUP 的功能和支持的业务	76
4.1.1 ISUP 的功能	76
4.1.2 ISUP 支持的业务	76
4.2 ISUP 消息和参数	77
4.2.1 ISUP 消息的一般格式	77
4.2.2 ISUP 消息类型及编码	79
4.2.3 ISUP 消息参数	81
4.3 ISUP 的基本呼叫控制信令过程	84
4.3.1 基本流程中相关消息 格式说明	85
4.3.2 基本流程中部分参数 说明	88
4.3.3 实例分析	88
4.4 端到端信令	91

4.4.1 逐段传递法	92
4.4.2 SCCP 法	92
4.5 补充业务信令过程	95
4.6 ISUP 与其他信令的配合	96
知识扩展: 宽带综合业务数字网	97
小结	97
课后思考题	98

第5章 信令连接控制部分

教学目的与要求	99
引言	99
5.1 概述	100
5.1.1 SCCP 的业务功能	100
5.1.2 SCCP 的特点	102
5.1.3 SCCP 层间接口的原语 表示	102
5.2 SCCP 消息	104
5.2.1 SCCP 消息格式	104
5.2.2 SCCP 消息类型	105
5.2.3 SCCP 消息参数	107
5.2.4 SCCP 寻址	111
5.2.5 SCCP 消息解码示例	115
5.3 SCCP 控制过程	120
5.3.1 面向连接控制过程	120
5.3.2 无连接控制过程	122
5.4 SCCP 管理过程	124
5.4.1 SCCP 管理功能概述	124
5.4.2 管理原语和管理消息	125
5.5 SCCP 选路	126
5.5.1 SCCP 功能模块结构	126
5.5.2 SCCP 选路原则	127
5.5.3 SCCP 消息选路示例	128
知识扩展: SUA 协议	129
小结	131
课后思考题	131

第6章 事务处理能力应用部分

教学目的与要求	132
引言	132

6.1 功能概述	133	知识扩展: 美国国家标准协会	167
6.2 TCAP 的组成	133	小结	168
6.2.1 事务处理子层	134	课后思考题	168
6.2.2 成份子层	136	第 8 章 信令系统在网络维护中	
6.3 TCAP 的消息格式与编码	139	的运用	170
6.3.1 信息单元结构	139	教学目的与要求	170
6.3.2 消息编码	141	引言	170
6.4 TCAP 信令过程	148	8.1 在电话网络维护中的应用	171
6.4.1 操作处理过程	148	8.1.1 用于呼损统计和故障	
6.4.2 对话处理过程	150	分析	171
6.5 TCAP 应用示例	151	8.1.2 为网络优化提供依据	171
6.5.1 800 号智能业务	151	8.2 在移动网络维护中的运用	172
6.5.2 移动应用部分	153	8.2.1 边界漫游问题跟踪	172
知识扩展: 智能网应用协议	153	8.2.2 垃圾短信跟踪	173
小结	153	8.2.3 串话问题跟踪	174
课后思考题	154	8.3 在 NGN 网络维护中的运用	175
第 7 章 移动应用部分	155	8.3.1 呼叫统计	175
教学目的与要求	155	8.3.2 业务类型分析	176
引言	155	8.3.3 话务量统计	176
7.1 概述	156	8.3.4 语音质量偏低跟踪	177
7.1.1 移动网接口及其协议	156	知识扩展: CDMA 网络优化常见问题	
7.1.2 MAP 的位置	156	及对策	178
7.2 GSM 网 MAP	159	小结	179
7.2.1 消息分析	159	课后思考题	179
7.2.2 信息流程	163	缩略语	180
7.3 CDMA 网 MAP	164	参考文献	187
7.3.1 消息分析	164		
7.3.2 信息流程	167		

第1章

通信网概论



教学目的与要求

- 掌握通信网的基本概念和基本网络结构
- 掌握电话网的组成和等级结构
- 了解通信网的体系结构和质量要求
- 了解电话网的编号方案
- 了解移动通信网的组网及编号计划
- 了解数据通信网和智能网的基本知识



引言

人类进行通信的历史源远流长。早在远古时期，人们就通过简单的语言、壁画等方式交换信息。千百年来，人们一直在用语言、图符、钟鼓、烟火、竹简、纸书等传递信息，古代人的烽火狼烟、飞鸽传信、驿马邮递就是这方面的例子。现在还有一些国家的个别原始部落仍然保留着诸如击鼓鸣号这样古老的通信方式。在现代社会中，交通警察的指挥手语、航海中的旗语等不过是古老通信方式进一步发展的结果。这些信息传递的基本方式都是依靠人的视觉与听觉。

19世纪中叶以后，随着电报、电话的发明，电磁波的发现，人类通信领域产生了根本性的巨大变革，实现了利用金属导线来传递信息，甚至通过电磁波来进行无线通信，使神话中的“顺风耳”、“千里眼”变成了现实。从此，人类的信息传递可以脱离常规的视、听觉方式，用电信号作为新的载体，由此带来了一系列新技术革新，开始了人类通信的新时代。

案例一：

1837年，美国人塞缪尔·莫尔斯(Samuel Morse)成功地研制出世界上第一台电磁式电报机。他利用自己设计的电码，可将信息转换成一串或长或短的电脉冲传向目的地，再转换为原来的信息。1844年5月24日，莫尔斯在国会大厦联邦最高法院会议厅

“用莫尔斯电码”发出了人类历史上的第一份电报，从而实现了长途电报通信。

案例二：

1875年，苏格兰青年亚历山大·贝尔(A. G. Bell)发明了世界上第一台电话机，并于1876年申请了发明专利。1878年在相距300km的波士顿和纽约之间进行了首次长途电话实验，并获得了成功，后来就成立了著名的贝尔电话公司。

本章主要介绍通信网的基本概念、相关知识以及不同业务在通信网中的实现。

1.1 通信网

1.1.1 通信网的基本概念

通信系统就是用信号(电信号、光信号等)来传递信息的系统。通信系统的构成可以简单地概括为一个统一的模型，由信源、变换器、信道、噪声源、反变换器和信宿6个部分组成，如图1.1所示。

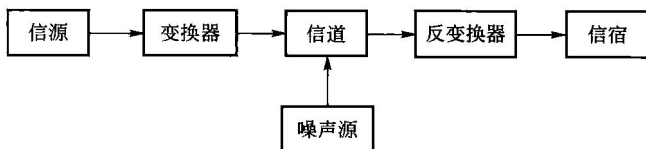


图 1.1 通信系统的构成模型

(1) 信源是指发出信息的信息源。在人与人之间通信的情况下，信源就是指发出信息的人；在机器与机器之间通信的情况下，信源就是发出信息的机器，如计算机等。

(2) 变换器就是把信源发出的信息变换成适合于在信道上传输的信号的设备。如电话通信系统的变换器就是送话器，它的作用就是把语音信号变换成电信号。

(3) 信道是信号传输媒介的总称。不同的信源形式所对应的变换处理方式不同，与之对应的信道形式也不同。传输信道的类型有两种划分方法：一是按传输媒质可划分为无线信道和有线信道；二是按在信道上传输信号的形式可划分为模拟信道和数字信道。

(4) 反变换器是变换器的逆变换。因为变换器是把不同形式的信息变换和处理成适合在信道上传输的信号，一般情况下，这种信号是不能为信息接收者所直接接收的，所以反变换器的功能就是把从信道上接收的信号变换成信息接收者可以接收的信息。

(5) 信宿是指信息传送的终点，也就是信息接收者。

(6) 噪声源并不是人为实现的实体，但在实际通信系统中是客观存在的。在模型中把发送、传输和接收端各部分的干扰噪声集中地用一个噪声源来表示。

不同的信息源，不同的变换和处理方式，可以构成不同类型的通信系统。

通信的基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输(转移)信息的通道(信道)，即传输信道。

如果把通信系统模型变成通信网来表示就更简单了。通信网中有交换点，交换点能完成接续交换任务。用户终端表示系统模型中的信源和信宿，对电话机而言还包括了变



换器和反变换器。终端与交换点之间的各连线表示系统模型中的信道,也称为传输链路。

这样由多个用户通信系统互连的通信体系就构成了通信网。

所以,通信网可定义为:由通信端点、连接节点和相应的传输链路有机地组合起来,以实现在两个或更多的通信端点之间提供信息传输的通信体系。例如电话网、计算机网、因特网等都是目前典型的通信网。

1.1.2 通信网的基本网络结构

通信最基本的形式是在用户终端设备之间用传输系统建立的通信系统。比如,两个电话用户终端设备之间用一对实线组成通信系统,如图 1.2 所示。

而在实际中,用户终端点数将会是成千上万个,若仍用上述通信系统方式来实现点到所需任何另一点的通信,那么其网络结构形式将会很复杂,如图 1.3 所示。



图 1.2 点到点直接连接

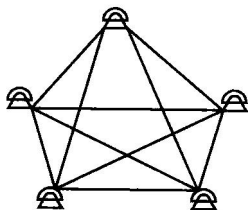


图 1.3 多点完全直接互连(网状网)

假设用户终端设备数为 n 个,由图 1.3 可知,如果要实现上述 n 个用户的正常通话,那么其网络结构所需的传输链路数 $N=n(n-1)/2$ 。当 n 的值很大时,如 $n=10000$,此时 $N=49995000$,显然这在建设投资上是无法接受的。同时,这种网络结构还存在一个致命的缺点:由于每一用户终端要接入 $n-1$ 个传输系统,且简易地选定其连接到所需通信对端用户终端设备的一个传输系统,这是用户无法接受的。因此,这种网络结构还不能被称为通信网。

那么,通信网的网络结构组成到底是怎样的呢?为使传输系统简单化,这里就需要使用交换设备,从而使得每一用户终端设备只需将其唯一的传输系统连到交换系统,任一用户终端设备都通过该交换系统连接到所需的任一通信对端用户终端设备,并进行信息传递。此时的网络结构便可以被称为通信网。

通信网的基本结构(也称网络拓扑结构)有以下 6 种形式。

(1) 网状网。网内任何两个节点之间有线路连接,如图 1.3 所示(将原图中电话终端全部改由交换设备代替)。

(2) 星形网,也称辐射网。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 1.4 所示(将原图中电话终端全部改由交换设备代替)。

(3) 复合形网。复合形网由网状网和星形网复合而成。

(4) 总线形网。总线形网是所有节点都连接在一个公共传输通信总线上,如图 1.5 所示。

(5) 环形网。每个节点只与其他两个节点相连,所有节点互连成环形。环形网的特点是结构简单,实现容易,如图 1.6 所示。

(6) 树形网。树形网是多个星形拓扑结构连接在一条总线上,可以看成是星形拓扑结构的扩展,如图 1.7 所示。

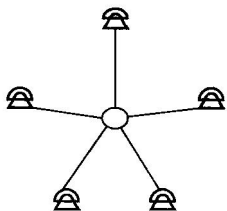


图 1.4 通过中间节点间接互连(星形网)

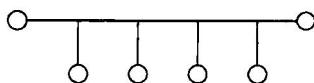


图 1.5 总线形网

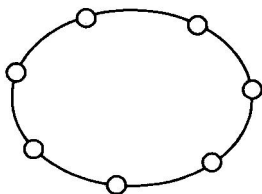


图 1.6 环形网

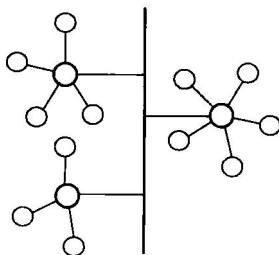


图 1.7 树形网

通信网的构成要素包括硬件和软件两部分。通信网的硬件一般由终端设备、传输系统、交换系统三部分通信设备构成，是构成通信网的物理实体。通信网的软件是指通信网为能很好地完成信息的传递和转接交换所必需的一整套协议、标准，包括网络结构、网内信令、协议和接口以及技术体制、技术标准，如信令方案、路由方案、编号方案、资费标准、质量标准等，是通信网实现通信服务和运营支撑的重要组成部分。

1.1.3 现代通信网的体系结构

随着通信技术的发展与用户需求的日益多样化，现代通信网正处在变革与发展之中，网络类型及所提供的业务种类在不断增加、更新，形成了复杂的通信网络体系。为了清晰地描述通信网结构，人们采用了分层与分割的方法。例如将通信网分为长途网、城域网和接入网三层体系，城域网跨接于长途网与接入网之间，它们在城域范围内(即企业间、局间的城域连接)疏通业务以及传送出入汇接点的业务。

这里介绍另外两种划分方法。

从整个通信网的角度讲，可以将全网划分为公用网和用户驻地网(Customer Premises Network, CPN)两大块，其中 CPN 属用户所有。公用电信网又可以划分为长途网、中继网和接入网三部分。长途网和中继网合并称为核心网(Core Network, CN)，如图 1.8 所示。

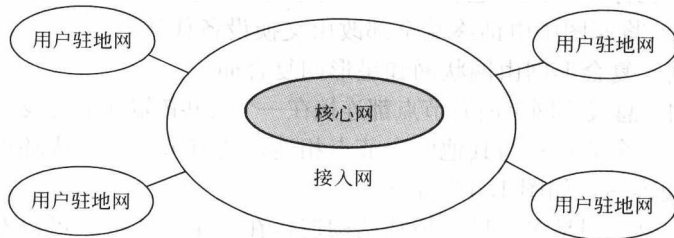


图 1.8 现代通信网水平结构

用户驻地网一般是指用户终端至用户网络接口所包含的机线设备(通常在一个楼房内),由完成通信和控制功能的用户驻地布线系统组成,以使用户终端可以灵活方便地进入接入网;接入网泛指用户网络接口(UNI)与业务节点接口(SNI)间实现传送承载功能的实体网络,通过标准化的接口方式,使用户能够获得话音、租用线业务、数据多媒体、有线电视等综合业务;核心网由现有的和未来的宽带、高速骨干传输网和大型中心交换节点构成。

现代通信网根据网络功能从垂直方向上也可划分为三层,从下至上为传送网、业务网和应用层,如图 1.9 所示。

传送网层面表示支持业务网的传送手段和基础设施,业务网层面表示传送各种信息的业务网,应用层表示各种信息的应用,支撑网则支持全部 3 个层面的工作。网络的分层使网络规范与具体的实

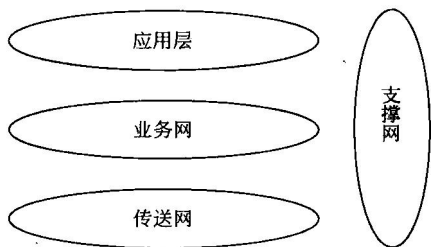


图 1.9 现代通信网垂直结构

实施方法无关,各层的功能相对独立,但随着信息服务多样化的发展及技术的演进,尤其是随着软交换等先进技术的出现,现代通信网与支撑技术还会出现变化。网络分层的变化将主要体现在应用层和业务网上,而传送网将保持相对稳定。

1. 传送网

传送网又称通信基础网,为了便于理解,可将通信基础网看成是一个以光纤、微波接力、卫星传输为主的传输网络。在这个传输网络的基础上,根据业务节点设备类型的不同,可以构建不同类型的业务网。通信基础网的带宽正在不断拓宽,因此它将逐步成为未来宽带通信的传输平台。

对通信基础网的描述同样可引入了网络分层概念,即通信基础网可以分为三层:第一层为传输媒介,第二层为传输系统,第三层为传送网节点设备。

1) 传输媒介

信息的传输需要物理媒质,通常将这种物理媒质称为传输媒介,目前传输媒介主要有:电缆(双绞线电缆、同轴电缆),微波(移动通信、卫星通信、无线接入),光纤(多模光纤、单模光纤)等。

2) 传输系统

传输系统包括传输设备和传输复用设备。携带信息的基带信号一般不能直接加到传输媒介上进行传输,需要有传输设备将它们转换为适合在传输媒介上传输的信号,如光、电等信号。传输设备主要有微波收发信机、卫星地面站收发信机、光端机。

为了在一定传输媒介中传输多路信息,需要有传输复用设备将多路信息进行复用与解复用。目前传输复用设备可分为三类:频分复用设备、时分复用设备和码分复用设备。

传输系统主要有准同步数字系列(PDH)、同步数字系列(SDH)和光波分复用系列。

3) 传送网节点设备

在传送网的节点上安装不同类型的节点设备,则形成不同类型的业务网。传送网节点设备主要包括各种交换机(如电路交换、X.25、以太网、帧中继、ATM 交换机等)和路由器。

2. 业务网

业务网也就是用户信息网,它是现代通信网的主体,是向用户提供诸如电话、电报、传真、数据、图像等各种电信业务的网络。业务网可分为电话网、数据网、计算机网、综合业务数据网、蜂窝移动通信网、有线电视网、会议电视网、智能网等。

3. 应用层

在现代通信系统中,网络最终的目的是为用户提供他们所需要的各类通信服务,满足他们对不同业务服务质量的要求。应用层处于分层结构的最高层,应用层业务是直接面向用户的,主要提供传统电话业务、IP电话业务、智能网业务、广播电视业务、网络商务、交互型的宽带数据业务等。应用层包括两个方面的内容,即各类通信业务和各类终端技术。

4. 支撑网

支撑网是保证传送网和业务网正常运行、增强网络功能、保证通信网服务质量的专用网络,完成监测、控制等功能,包括信令网、同步网和管理网。

1) 信令网

在采用公共信道信令系统之后,除原有的用户业务之外,还有一个寄生、并存的起支撑作用的专门传送信令的网络——信令网。信令网的功能是实现网络节点间(包括交换局、网络管理中心等)信令的传输和转接。本书将重点介绍信令网与信令系统。

2) 同步网

实现数字传输后,在数字交换局之间、数字交换局和传输设备之间均需要实现信号时钟的同步。同步网的功能就是实现这些设备之间的信号时钟同步。

3) 管理网

管理网是为提高全网质量和充分利用网络设备而设置的。网络管理是实时或准实时地检测电信网络(即业务网)的运行,必要时采取控制措施,以达到在任何情况下,最大限度地使用网络中一切可以利用的设备的目的,使尽可能多的通信得以实现。

1.1.4 通信网的质量

为了使通信网能快速且有效可靠地传递信息,充分发挥其作用,对通信网的质量一般提出三个要求:接通的任意性与快速性;信号传输的透明性与传输质量的一致性;网络的可靠性与经济合理性。

1. 接通的任意性与快速性

接通的任意性与快速性是对电信网最基本的要求。所谓接通的任意性与快速性是指网内的一个用户应能快速地接通网内任一其他用户。如果有些用户不能与其他一些用户通信,则这些用户必定不在同一个网内或网内出现了问题;而如果不能快速地接通,有时会使要传送的信息失去价值,这种接通将是无效的。

影响接通的任意性与快速性的主要因素有以下三个方面。

(1) 通信网的拓扑结构。如果网络的拓扑结构不合理,会增加转接次数,使阻塞率上



升和时延增大。

(2) 电信网的网络资源。网络资源不足的后果是增加阻塞概率。

(3) 电信网的可靠性。可靠性降低会造成传输链路或交换设备出现故障,甚至丧失其应有的功能。

2. 信号传输的透明性与传输质量的一致性

信号传输的透明性是指在规定业务范围内的信息都可以在网内传输,对用户不加任何限制;传输质量的一致性是指网内任何两个用户通信时,应具有相同或相仿的传输质量,而与用户之间的距离无关。通信网的传输质量直接影响通信的效果。因此,要制定传输质量标准并进行合理分配,使网中的各部分均满足传输质量指标的要求。

3. 网络的可靠性与经济合理性

可靠性对通信网至关重要,一个可靠性不高的网会经常出现故障乃至中断通信,这样的网是不能用的。但绝对可靠的网是不存在的。所谓可靠是指在概率的意义上,使平均故障间隔时间(两个相邻故障间时间的平均值)达到要求。可靠性必须与经济合理性结合起来。提高可靠性往往要增加投资,但造价太高又不易实现。因此,应根据实际需要,在可靠性与经济性之间取得折衷和平衡。

以上是对通信网的基本要求,除此之外,人们还会对通信网提出一些其他要求。而且对于不同业务的通信网,上述各项要求的具体内容和含义也有所差别。

1.1.5 通信网的分类

从上面的描述中可以感觉到,现代通信网是个非常复杂的系统。从不同的角度出发有多种分类方法,现介绍如下。

(1) 按业务性质分,有电话网、电报网、数据通信网、计算机通信网、多媒体通信网、电视传输网(有线电视网)等。

(2) 按服务地域分,有国际通信网、长途通信网、本地通信网、农村通信网、移动通信网、局域网(LAN)、城域网(MAN)等。

(3) 按服务对象分,有公用通信网和专用通信网。

(4) 按主要传输介质分,有明线通信网、电缆通信网、光缆通信网、卫星通信网、用户光纤网、低轨道卫星移动通信网等。

(5) 按交换方式分,有电路交换网、报文交换网、分组交换网、宽带交换网等。

(6) 按传输信号形式分,有模拟通信网和数字通信网。

在本章后面几节里,分别介绍现代电信网的三大网络:固定电话网、移动通信网与数据通信网,最后再介绍通过其他的业务网向用户提供智能业务的平台——智能网。

1.2 电 话 网

电话网是目前覆盖范围最广、业务量最大的网络。电话网分为本地电话网和长途电话网。本地电话网是在同一编号区内的网络,由端局、汇接局和传输链路及话机终端组

成；长途电话网是在不同的编号区之间通话的网络，由长途交换局和传输链路组成。根据服务区域的大小，电话交换局可以分为一级中心、二级中心、三级中心、四级中心和五级中心，即 C1、C2、C3、C4 和 C5。其中 C1、C2、C3、C4 为长途转接局，C5 为端局。随着电话网的数字化进程的实现，C1、C2 合并为一级，即 DC1，C3、C4 合并为一级，即 DC2。我国的电话网从五级网演变为三级网，采用复合网结构，其中一级交换中心之间形成网状连接。

1.2.1 电话网的组成

为保证电话网中每一个用户都能呼叫网内任意一个另外的用户，这就要求组建一个国家的电话网时，不仅要考虑其各省、市、地区的本地电话网，还要考虑这些省、市、地区的本地电话网之间能互通的长途电话网，并且还涉及这个国家电话网如何接入整个世界的国际通信网。这就要求人们首先要弄清电话网的一般结构方式，而后根据各国具体国情，选定其最佳电话网结构方式。

1. 组建电话网的基本要求

1) 接续质量

接续质量是衡量电话网是否容易接通和是否接续迅速的标准，通常用接续呼损和接续时延来度量。

(1) 呼损。

摘机忙呼损：用户摘机后由于其所属电话局内记发器全部被占用，以致不能听到拨号音而听到忙音，接续不成功造成的呼损，在设计符合要求的情况下，一般不大于 0.3%~0.5%。

接续过程呼损：在接通被叫用户过程中由于中继线或交换设备全部被占用，而不能完成接续造成的呼损。在设计符合要求的情况下，一般本地呼叫不大于 2%，入局呼叫不大于 2%，转接呼叫不大于 1%（上述呼损值不包括被叫忙，对端局和转接局呼叫不包括由于中继不足而造成的呼损）。

全程呼损指标：对于本地网，其值小于等于 4.2%~6.5%；对于长途网，其值小于等于 9.8%~10.7%。

实际上，呼叫是否容易接通也可以用接通率来评定，此时就包括被叫忙等造成的呼损。

(2) 时延。

听拨号音时延：在不等待公用设备记发器的情况下，用户摘机至听到拨号音的时长不超过 0.6 秒。

接续时延：在正常情况下，用户拨完最后一位号码至听到回铃音的时长不超过 0.8 秒。

2) 传输质量

传输质量反映信息传递正确程度，对于不同的电信业务有不同的传输质量要求。例如，对于电话通信的传输质量要求如下。

(1) 响度：收听到语音音量的大小，反映通话的音量。

(2) 清晰度：收听到语音清晰、易懂程度，反映通话的可懂度。

(3) 逼真度：收听到语音的音色和特征的不失真度。

除上述 3 项由人来进行主观评定的指标外，对电话电路还规定了一些电器特性，如传



输损耗、传输频率特性、串音、杂音等多项传输指标。

3) 稳定质量

稳定质量主要反映网络系统的可靠性,它是由系统、设备、部件等在时间方面的稳定性程度来表示的。稳定性指标主要有以下几种。

(1) 失效率:表示在设备或系统工作 t 时间后,单位时间内发生故障的概率,以 $\lambda(t)$ 表示。若 $\lambda(t)=\lambda$ (常数),即失效率与 t 无关,这时有

$$MTBF=1/\lambda$$

(2) 平均修复时间(MTTR):表示发生故障时进行修复的平均处理时长。修复率用 μ 表示,则有

$$\mu=1/(MTTR)$$

(3) 可用度 A :

$$A=\text{有效工作时长}/(\text{有效工作时长}+\text{平均失效时长})=MTBF/(MTBF+MTTR)$$

当 $\lambda(t)=\lambda$,即失效率与 t 无关时,可得

$$A=\mu/(\lambda+\mu)$$

不可用度

$$U=1-A=\lambda/(\lambda+\mu)$$

除上述3项要求之外,还要保证这个电话网的编号规划、计费方式、同步方式、接口方式、网络管理等达到国际标准规定的要求。

2. 电话网的基本结构

电话网是由网内很多电话局组成的,其间按一定结构方式用局间中继传输系统连接而成。按照拓扑结构来分,电话网的基本结构形式有:网状网、星形网、复合网、多级汇接辐射网等。它们的拓扑结构如图1.10所示。

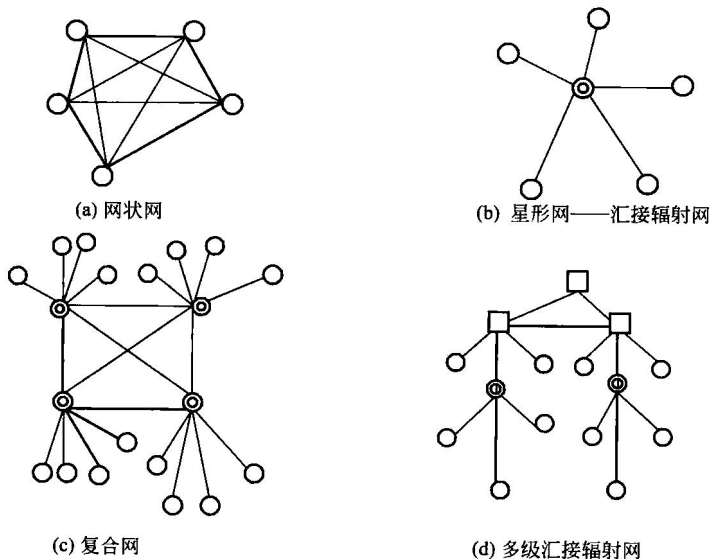


图 1.10 电话网的基本拓扑结构形式