

邮电高等函授教材

XIANDAI TONGXINWANG

现代通信网

毛京丽 张丽 李文海 编



*.com

北京邮电大学出版社

7/1
M1

现代通信网

毛京丽 张 丽 李文海 编

北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

内 容 提 要

本书简要介绍了图论基本知识、排队论基础、可靠性理论基础等现代通信网的基本理论, 以及这些基本理论在网路设计中的应用。在这些基本理论的基础上, 侧重于对电话网和传输网的网路结构、通信网的规划设计, N-ISDN、B-ISDN 与 ATM、电信支撑网及接入网技术等通信网基本技术方面的讨论。

本书可作为高等院校通信专业教材, 也可作为从事通信工作的科研和工程技术人員参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信网/毛京丽等编. —北京: 北京邮电大学出版社, 1999.7

ISBN 7-5635-0364-1

I. 现… II. 毛… III. 通信网 IV. TN913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07316 号

出版发行: 北京邮电大学出版社 电话: (010)62282185(发行部)

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 邮政编码: 100876

经 销: 各地新华书店经售

印 刷: 河北省高碑店市印刷厂

开 本: 850 mm×1 168 mm 1/32

印 张: 16.125

字 数: 403 千字

版 次: 1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1—7 000 册

书 号: ISBN 7-5635-0364-1/TN·168

定 价: 24.00 元

前 言

通信网技术是通信工作者应掌握的一项综合性的技术。它与通信网的发展建设、规划设计及通信设备的研制、生产等方面密切相关,且涉及到各种通信技术、设备的应用及其如何更有效地发挥效益的问题。虽然通信网的实践已有相当久的历史,但其基本理论是最近一二十年才基本形成体系,到 80 年代,在图论、排队论和可靠性理论的发展中,通信网的理论基础构成才逐渐明确。

本书在简要阐述通信网基本理论的基础上,侧重于讨论和研究有关通信网的基本技术方面的问题。

全书共分八章:第一章概论;第二章电话网和 SDH 传输网的网络结构;第三章通信网路设计基础;第四章通信网的规划设计;第五章 N-ISDN;第六章 B-ISDN 与 ATM;第七章电信支撑网;第八章接入网技术。

本书在编写过程中除参阅了 ITU-T 相关建议和电信主管部门有关体制标准的文件外,还参阅了如程时端编写的《综合业务数字网》、孙栋等编写的《ATM 技术》、部熙章编写的《数字网同步技术》以及孔令萍等编写的《电信管理网》等相关书籍。本书作者在此感谢相关资

料及书籍的作者，没有这些资料是难于写成本书的。

本书第一、五、六章由毛京丽编写，第二、三、四章由张丽编写，第七、八章由李文海编写，全书由李文海统审、定稿。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编者

1999年2月

目 录

第一章 概 论

第一节 通信网的基本概念	1
一、通信系统的组成	1
二、通信网的概念及构成要素	4
三、通信网的分类	5
四、通信网的基本结构	5
第二节 通信网的质量要求	9
第三节 现代通信网的构成及发展	11
一、现代通信网的构成	11
二、现代通信网的发展	13
复习题	16

第二章 电话网和 SDH 传输网的网络结构

第一节 电话网的网路结构	17
一、电话网的等级结构	17
二、长途网及其结构演变	19
三、本地网	22
第二节 路由及路由选择	27
一、路由的含义及分类	27
二、路由的设置	29

三、路由选择	30
第三节 传输链路及 SDH 传输网的结构	36
一、传输链路	36
二、SDH 传输网的结构	40
复习题	42

第三章 通信网路设计基础

第一节 通信网路结构设计基础	44
一、图论简介	45
二、路径选择	57
三、站址选择	68
第二节 网路流量设计基础	76
一、排队论的基本概念	76
二、M/M/1 排队系统	82
三、M/M/ $m(n)$ 排队系统	88
四、M/M/ $m(m)$ 排队系统	90
第三节 可靠性理论基础	93
一、可靠性数学概要	94
二、通信网的可靠性	102
复习题	106

第四章 通信网的规划设计

第一节 概述	109
一、通信网规划设计的目的与任务	110
二、通信网规划设计的主要步骤	110
三、通信网规划设计的主要内容	111
第二节 通信业务预测	112
一、通信业务预测的基本概念	112

二、用户预测和业务量预测的常用方法·····	114
三、局间业务流量的预测方法·····	123
第三节 局所规划·····	127
一、最经济局所容量·····	128
二、交换区界的划分和交换局址的确定·····	136
第四节 中继路由的选择与计算·····	139
一、一般中继路由的选择与计算·····	139
二、数字中继路由的选择与计算·····	149
第五节 交换设备的选择·····	151
一、程控交换机的选型原则·····	151
二、程控交换机话务处理能力的核算·····	152
第六节 用户线路设计·····	153
一、用户线路网的构成·····	153
二、配线方式·····	155
三、用户线路的传输设计·····	157
复习题·····	161

第五章 N-ISDN

第一节 ISDN 的基本概念 ·····	165
一、ISDN 的概念 ·····	165
二、ISDN 的特点 ·····	167
三、ISDN 的 I 系列建议 ·····	168
第二节 ISDN 的网络功能及 ISDN 业务 ·····	173
一、ISDN 的网络结构 ·····	173
二、ISDN 的网络功能体系结构 ·····	175
三、ISDN 业务 ·····	178
第三节 ISDN 的用户—网络接口 ·····	180
一、对 ISDN 用户—网络接口的要求 ·····	181

二、ISDN 用户—网络接口的参考配置	182
三、信道类型和接口结构	184
四、数字用户环路	187
第四节 ISDN 协议	191
一、ISDN 协议模型	191
二、ISDN 用户—网络接口协议	195
第五节 ISDN 与其他网络的互通	218
一、ISDN 与电话网间的互通	218
二、ISDN 与公用分组交换数据网的互通	219
第六节 ISDN 的应用	222
一、构成多媒体信息网络	222
二、局域网互连	222
复习题	224

第六章 B-ISDN 与 ATM

第一节 B-ISDN	227
一、B-ISDN 的产生	227
二、B-ISDN 业务	227
三、B-ISDN 的信息传递方式	230
第二节 ATM 基本原理	233
一、ATM 的概念	233
二、ATM 信元	235
三、异步(统计)时分复用	238
四、ATM 的特点	239
五、ATM 的虚连接	240
第三节 ATM 网的网络结构	246
一、ATM 网路结构	246
二、B-ISDN 用户—网络接口	247

第四节	ATM 标准	252
一、	CCITT(ITU-T)关于 B-ISDN 的建议	252
二、	B-ISDN (ATM) 协议参考模型	252
三、	ATM 物理层规范	255
四、	ATM 层规范	267
五、	AAL 层规范(用户平面的 AAL 层规范)	269
六、	信令的 AAL(SAAL)	292
七、	ATM 网的维护管理	297
第五节	ATM 交换	301
一、	ATM 交换的特点	301
二、	ATM 交换的基本原理	301
三、	ATM 交换机的分类与组成	303
四、	对 ATM 交换单元的要求	305
五、	ATM 交换的缓冲排队方式	306
六、	ATM 交换结构	309
第六节	ATM 网络与其他网络的互通	309
一、	ATM 网络与 N-ISDN 的互通	310
二、	ATM 网络与帧中继网络的互通	311
复习题		320

第七章 电信支撑网

第一节	引言	322
第二节	No.7 信令网	323
一、	No.7 信令系统简介	323
二、	No.7 信令网的组成及网路结构	335
三、	我国信令网的网路结构及组网原则	345
第三节	数字同步网	356
一、	数字同步网的基本概念及实现网同步方式	356

二、基准时钟源及受控时钟源.....	368
三、我国同步网的网路结构及组网原则.....	386
第四节 电信管理网.....	397
一、电信管理网的基本概念.....	397
二、电信管理网的体系结构.....	407
三、我国电信网路管理实施系统及向 TMN 演进.....	420
复习题.....	439

第八章 接入网技术

第一节 接入网的基本概念.....	441
一、接入网的演变及发展.....	441
二、接入网的定义及其功能模型.....	444
三、接入网的传输技术及分类.....	453
第二节 有线接入网.....	455
一、铜线接入网.....	455
二、光纤接入网.....	461
三、混合光纤/同轴接入网.....	482
第三节 无线接入网.....	491
一、固定无线接入网.....	491
二、移动无线接入网.....	496
复习题.....	500
参考文献.....	502

第一章

概 论

随着社会的不断进步、经济的飞速发展，信息传输越来越重要，通信网也就与人们的生活密不可分。本章对通信网作概要的介绍，主要包括以下几方面的内容：

- (1) 由通信系统的构成引出通信网的定义。
- (2) 通信网的构成要素。
- (3) 通信网的分类情况。
- (4) 通信网的几种基本结构及各自的特点。
- (5) 现代通信网的构成及发展。

第一节 通信网的基本概念

一、通信系统的组成

为了引出通信网的概念，首先简单介绍一下通信系统。

1. 通信系统的定义

所谓通信系统就是用电信号（或光信号）传递信息的系统，也叫电信系统。

2. 通信系统的分类

通信系统可以从不同的角度来分类：

① 按通信业务分类

如果按通信业务的不同，通信系统可以分为电话、电报、传

真、广播电视、数据通信系统等。

② 按传输的信号形式分类

若按信道中传输的信号形式不同，通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统等。

3. 通信系统的组成

通信系统构成模型如图 1.1 所示，其基本组成包括：信源、变换器、信道、噪声源、反变换器及信宿几个部分。

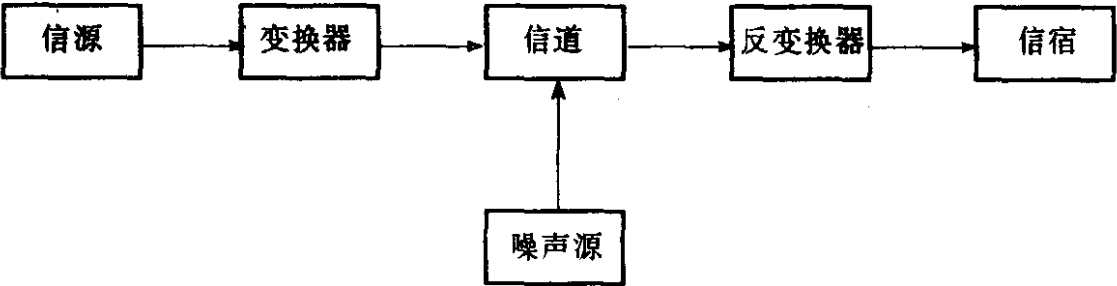


图 1.1 通信系统构成模型

信源——是指产生各种信息（如语音、文字、图像及数据等）的信息源。可以是人，也可以是机器，如计算机等。

变换器——其作用是将信源发出的信息变换成适合在信道中传输的信号。对应不同的信源和不同的通信系统，变换器有不同的组成和变换功能。例如：模拟电话通信系统中，变换器包括送话器和载波机（主要由放大器、滤波器、调制器等组成）等。其中送话器将人发出的语声信号变换为电信号；载波机的作用是将送话器输出的话音信号（频率范围为 0.3~3.4 kHz）经过频率搬移、频分复用处理后，变换成适合于在模拟信道上传输的信号。而对于数字电话通信系统，变换器则包括送话器和模/数变换器等，模/数变换器的作用是将送话器输出的模拟话音信号经过模/数变换并时分复用等处理后，变换成适合于在数字信道中传输的信号。

信道——是信号的传输媒介。信道按传输介质的种类可以分为有线信道和无线信道。在有线信道中电磁信号（或光信号）约束在某种传输线（架空明线、电缆、光缆等）上传输；在无线信道中电磁信号沿空间（大气层、对流层、电离层等）传输。信道如果按传输信号的形式又可以分为模拟信道和数字信道。

反变换器——其作用是将从信道上接收的信号变换成信息接收者可以接收的信息。反变换器的作用与变换器正好相反，起着还原的作用。

信宿——是信息的接收者，可以是人或机器。

噪声源——是系统内各种干扰影响的等效结果。系统的噪声来自各个部分，从发出和接收信息的周围环境、各种设备的电子器件，到信道所受到的外部电磁场干扰，都会对信号形成噪声影响。为了分析问题方便，将系统内所存在的干扰均折合到信道中，用噪声源表示。

以上所述的通信系统只能实现两用户间的单向通信，要实现双向通信还需要另一个通信系统完成相反方向的信息传送工作。而要实现多用户间的通信，则需要将多个通信系统有机地组成一个整体，使它们能协同工作，即形成通信网。

多用户间的相互通信，最简单的方法是在任意两用户之间均有线路相连，但由于用户众多，这种方法不但会造成线路的巨大浪费，而且也是不可能实现的。为了解决这个问题，引入了交换机，即每个用户都通过用户线与交换机相连，任何用户间的通信都要经过交换机的转接交换。由此可见，图 1.1 所示的是两个用户间的专线系统模型，而实际中一般使用的通信系统则是由多级交换的通信网提供信道。

二、通信网的概念及构成要素

1. 通信网的概念

综上所述，可以得出通信网的定义为：通信网是由一定数量的节点（包括终端设备和交换设备）和连接节点的传输链路相互有机地组合在一起，以实现两个或多个规定点间信息传输的通信体系。

也就是说，通信网是由相互依存、相互制约的许多要素组成的有机整体，用以完成规定的功能。通信网的功能就是要适应用户呼叫的需要，以用户满意的程度传输网内任意两个或多个用户之间的信息。

2. 通信网的构成要素

由通信网的定义可以看出：通信网在硬件设备方面的构成要素是终端设备、传输链路和交换设备。为了使全网协调合理地工作，还要有各种规定，如信令方案、各种协议、网路结构、路由方案、编号方案、资费制度与质量标准等，这些均属于软件。即一个完整的通信网除了包括硬件以外，还要有相应的软件。下面重点介绍构成通信网的硬件设备。

(1) 终端设备

终端设备是用户与通信网之间的接口设备，它包括图 1.1 的信源、信宿与变换器、反变换器的一部分。终端设备的功能有三个：

- 将待传送的信息和在传输链路上传送的信号进行相互转换。在发送端，将信源产生的信息转换成适合于在传输链路上传送的信号；在接收端则完成相反的变换。
- 将信号与传输链路相匹配，由信号处理设备完成。
- 信令的产生和识别，即用来产生和识别网内所需的信令，以完成一系列控制作用。

(2) 传输链路

传输链路是信息的传输通道，是连接网路节点的媒介。它一般包括图 1.1 中的信道与变换器、反变换器的一部分。

信道有狭义信道和广义信道之分，狭义信道是单纯的传输媒介（比如一条电缆）；广义信道除了传输媒介以外，还包括相应的变换设备。由此可见，我们这里所说的传输链路指的是广义信道。传输链路可以分为不同的类型，其各有不同的实现方式和适用范围，这些将在第二章第二节中给以详细介绍。

(3) 交换设备

交换设备是构成通信网的核心要素，它的基本功能是完成接入交换节点链路的汇集、转接接续和分配，实现一个呼叫终端（用户）和它所要求的另一个或多个用户终端之间的路由选择的连接。

交换设备的交换方式可以分为两大类：电路交换方式和存储转发交换方式。

三、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：

- 按业务种类可分为电话网、电报网、传真网、广播电视网以及数据网等。
- 按所传输的信号形式可分为数字网和模拟网。
- 按服务范围可分为本地网、长途网和国际网。
- 按运营方式可分为公用通信网和专用通信网。
- 按组网方式可分为移动通信网、卫星通信网等。

四、通信网的基本结构

通信网的基本结构主要有网形、星形、复合形、总线形、环形、树形和线形。

1. 网形网

网形网如图 1.2 (a) 所示, 网内任何两个节点之间均有线路相连。如果有 N 个节点, 则需要 $\frac{1}{2}N(N-1)$ 条传输链路。显然当节点数增加时, 传输链路将迅速增大。这种网路结构的冗余度较大, 稳定性较好, 但线路利用率不高, 经济性较差。

图 1.2 (b) 所示为网孔形网, 它是网形网的一种变形, 也就是不完全网状网。其大部分节点相互之间有线路直接相连, 一小部分节点可能与其他节点之间没有线路直接相连。哪些节点之间不需直达线路, 视具体情况而定 (一般是这些节点之间业务量相对少一些)。网孔形网与网形网 (完全网状网) 相比, 可适当节省一些线路, 即线路利用率有所提高, 经济性有所改善, 但稳定性会稍有降低。

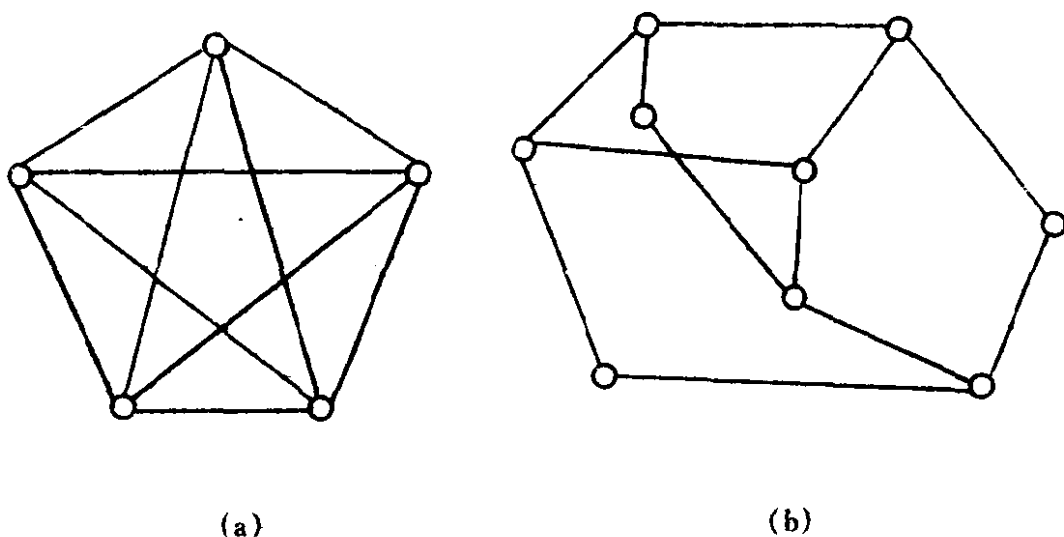


图 1.2 网形网与网孔形网示意图

2. 星形网

星形网也称为辐射网, 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 1.3 所示。具有 N 个节点的星形网