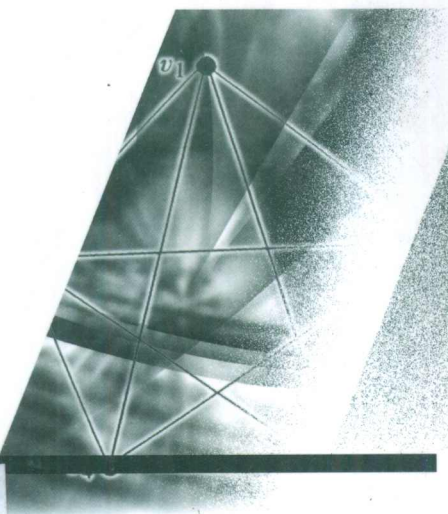


TONGXINWANGLILUNJICHU

通信网 理论基础

● 主 编 石文孝
副主编 张丽翠 胡可刚



吉林大学
出版社

505

2009.10.1

666

通信网理论基础

主 编 石文孝

副主编 张丽翠 胡可刚

吉林大学出版社

内容提要

本书系统地介绍了近代通信网的基本理论和技术, 主要内容包括通信网的基本概念及组成要素, 图论基础知识及通信网结构路由选择, 排队论基础及通信网内业务分析, 可靠性理论及通信网的可靠性计算等。并对电话通信网、ISDN 的概念及技术作了简要讨论。

本书内容丰富、实用性强, 可作为高等院校通信专业的教材, 也可作为从事通信工程的技术人员和研究人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

通信网理论基础/石文孝主编. —长春: 吉林大学出版社, 2001. 12
ISBN 7-5601-2643-X

I. 通… II. 石… III. 通信网—基础理论
IV. TN915.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 091885 号

通信网理论基础

主 编 石文孝

责任编辑、责任校对: 崔晓光

封面设计: 孙 群

吉林大学出版社出版
(长春市解放大路 125 号)

吉林大学出版社发行
长春市永昌福利印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16

2001 年 12 月第 1 版

印张: 18.5

2001 年 12 月第 1 次印刷

字数: 400 千字

印数: 1—1500 册

ISBN 7-5601-2643-X/O · 276

定价: 27.00 元

前 言

信息技术是当今世界科技领域中最有活力、发展最快的高新技术，它对社会现代化的进程起到了极大的推动作用，并不断改善着人类的生活方式和生活质量。近年来，作为国家信息基础结构中的核心部分——通信网，正在朝着数字化、宽带化、综合化、智能化以及个人化的方向发展。

随着我国改革开放的不断深入，我国通信网的规模容量、技术层次和服务水平都有了质的飞跃。通信网的装备目前也已达到国际先进水平，大量的新业务不断地投入使用。我国通信网发展之迅猛令人瞩目。现代通信网是以通信网理论为基础建设和发展起来的。通信网理论在 20 世纪 70 年代已初步形成，到了 20 世纪 80 年代，在图论、排队论和可靠性等方面又有了一定的发展。但是，通信网的基本理论体系尚处于初期建立阶段，其理论和技术仍在不断发展和更新。

本书力求以简练的方法阐明通信网的相关理论，尽可能避免复杂的数学推导，并对有关的通信网技术进行了讨论和描述。

全书共分八章，第一章讨论了通信网的基本概念、通信网的要求及其发展；第二章介绍了通信网的组成要素；第三章讨论了图论基础、路径站址选择以及流量分配问题；第四章是网内通信业务分析，主要讨论了排队论的基本理论及其在通信网中的应用；第五章从理论上分析了通信网的可靠性；第六章介绍了通信网优化理论及通信网规划设计方法；第七章介绍了电话通信网的组成及概念；第八章介绍了综合业务数字网的基本概念。

本书由石文孝主编，张丽翠编写了第三章、第六章、第八章，胡可刚编写了第二章、第四章，其余章节由石文孝编写，全书由石文孝修改定稿。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2001.6.

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1.1 通信网的基本概念	(1)
1.1.1 通信系统的组成	(1)
1.1.2 通信网的概念及构成要素	(2)
1.1.3 通信网的分类	(3)
1.1.4 通信网的基本结构	(3)
§ 1.2 通信网的要求	(5)
§ 1.3 现代通信网的构成及发展	(7)
1.3.1 现代通信网的构成	(7)
1.3.2 现代通信网的发展	(8)
复习思考题	(10)
第二章 通信网的组成要素	(11)
§ 2.1 终端设备	(11)
§ 2.2 传输系统	(13)
2.2.1 传输媒质	(13)
2.2.2 信道访问方式	(19)
2.2.3 传输方式	(19)
§ 2.3 交换设备	(22)
2.3.1 电路交换方式	(22)
2.3.2 数据交换方式	(22)
2.3.3 多址接入	(27)
§ 2.4 通信网的规程	(28)
2.4.1 通信网传输质量指标和传输标准	(28)
2.4.2 电话信令	(32)
2.4.3 计算机通信网络协议	(34)
复习思考题	(44)
第三章 通信网络设计基础	(45)
§ 3.1 图论结构设计基础	(45)
3.1.1 图的概念	(45)
3.1.2 图的连通性	(47)
3.1.3 割和割集	(54)
3.1.4 图的矩阵表示	(56)
§ 3.2 路径选择问题	(62)
3.2.1 最小生成树	(63)
3.2.2 指定点到其他各点的最短路径	(66)
§ 3.3 站址选择问题	(73)

3.3.1 站址选择的基本概念	(74)
3.3.2 单中位点问题	(74)
3.3.3 多中位点问题	(76)
§ 3.4 流量分配	(79)
3.4.1 流量优化的一般性问题	(79)
3.4.2 最佳流问题	(86)
复习思考题	(87)
第四章 排队论及网内通信业务分析	(91)
§ 4.1 排队论基础	(91)
4.1.1 基本概念	(91)
4.1.2 有关的概率模型及最简单流	(97)
4.1.3 生灭过程	(101)
4.1.4 排队系统的主要性能指标	(103)
§ 4.2 M/M/1 排队	(104)
4.2.1 M/M/1 排队系统	(104)
4.2.2 M/M/1 排队系统的各项性能指标	(107)
§ 4.3 M/M/m(n) 排队	(111)
4.3.1 M/M/m(n) 排队系统	(111)
4.3.2 M/M/l(n) 排队系统	(114)
4.3.3 M/M/m(m) 排队系统	(117)
§ 4.4 排队论在通信网中的应用	(119)
4.4.1 通信业务量理论	(119)
4.4.2 通信业务量的基本概念和指标	(122)
4.4.3 网内通信业务分析	(127)
4.4.4 排队网	(133)
§ 4.5 提高网效率的一些措施	(136)
4.5.1 大群化效应	(136)
4.5.2 延迟效应	(138)
4.5.3 综合效应	(139)
4.5.4 迂回效应	(140)
§ 4.6 多址通信	(142)
4.6.1 多址通信与信道共享	(142)
4.6.2 纯阿罗华(P-ALOHA)系统	(145)
4.6.3 时隙阿罗华(S-ALOHA)系统	(151)
4.6.4 载波监听多址接入(CSMA 和 CSMA/CD)系统	(153)
4.6.5 集中式按需分配——轮询方式	(165)
复习思考题	(171)
第五章 通信网的可靠性	(175)
§ 5.1 可靠性理论概要	(175)
5.1.1 不可修复系统的可靠性	(175)

5.1.2 可修复系统的可靠性	(179)
5.1.3 综合可靠度	(184)
5.1.4 可靠性设计	(185)
§ 5.2 通信网的可靠性定义	(186)
§ 5.3 通信网的连通性	(188)
5.3.1 连通度和结合度	(188)
5.3.2 可靠网的设计	(189)
§ 5.4 局间通信和综合可靠度	(192)
5.4.1 节点间连通性的计算	(192)
5.4.2 节点间通信的综合可靠度	(193)
5.4.3 通信网的综合可靠度	(195)
复习思考题	(198)
第六章 通信网的规划设计	(200)
§ 6.1 概 述	(200)
§ 6.2 通信业务预测	(200)
6.2.1 通信业务预测的概念	(200)
6.2.2 用户预测与业务量预测的常用方法	(201)
6.2.3 局间业务流量的预测	(209)
§ 6.3 多局制市话网的规划设计	(214)
6.3.1 市话网的分区	(214)
6.3.2 交换局位置的确定	(217)
6.3.3 程控交换机容量的核算及话务处理能力的核算	(218)
§ 6.4 用户环路的设计	(220)
6.4.1 配线方式	(221)
6.4.2 电缆对数的确定	(221)
6.4.3 用户环路的传输设计	(223)
§ 6.5 中继路由组织与计算	(227)
6.5.1 路由的含义与分类	(227)
6.5.2 选择路由的基本原则	(228)
6.5.3 中继路由类型的分析	(230)
6.5.4 中继路由数量的计算	(231)
6.5.5 全数字化局间中继路由的考虑	(242)
6.5.6 电信网规划的计算机辅助设计	(243)
复习思考题	(245)
第七章 电话通信网	(247)
§ 7.1 电话网的网络结构	(247)
7.1.1 电话网的等级结构	(247)
7.1.2 长途网及其结构演变	(247)
7.1.3 本地网	(250)
§ 7.2 路由及路由选择	(252)

7.2.1 路由的设置	(252)
7.2.2 路由选择	(253)
§ 7.3 SDH 传输网的结构	(256)
§ 7.4 电话网的编号计划	(257)
7.4.1 编号原则	(257)
7.4.2 编号方法	(258)
7.4.3 市话网电话号码的升位	(259)
§ 7.5 计费方法	(260)
复习思考题	(262)
第八章 综合业务数字网 ISDN	(263)
§ 8.1 ISDN 的定义和基本特征	(264)
§ 8.2 ISDN 的结构和用户网络接口	(266)
§ 8.3 ISDN 的寻址和编号	(268)
§ 8.4 ISDN 的业务	(271)
8.4.1 承载业务	(271)
8.4.2 用户终端业务	(274)
8.4.3 附加业务	(275)
§ 8.5 宽带综合业务数字网 B-ISDN	(276)
复习思考题	(279)
附表 1 $N[A, K(LTC)]$ 表	(280)
附表 2 $V, M(A, n)$ 表	(282)
附表 3 $A^*, S(M, V)$ 表	(284)
附表 4 $C(M_i, V_i)$ 表	(286)
参考文献	(288)

第一章 概 论

通信就是信息的传递与交换,是社会发展的基础,各行各业与社会各方面均与通信密切相关。早在几千年前,人们用烽火台传递敌人入侵的消息,用人力、畜力进行驿站传书来传送各种消息、情报。在近代社会中,由于信息交换的日益增加,通信技术、计算机技术的蓬勃发展,通信已突破原来的时间的、空间的限制,进行大量的、远距离的信息传递和获取,通信也显得更为重要。可以说,通信促进了社会的发展,带来了人类文明,它为社会带来了财富,丰富了人们的精神生活,简化了人们的复杂劳动。因此,人们对通信也提出了各种各样的要求,通信网的建立应满足这些要求,并不断完善,以便做到信息传递的快速、可靠、多样、经济。所以,在现代科学中,研究通信网也显得格外重要。

本章主要介绍通信系统和网的含义,通信网的分类、发展以及建立一个理想通信网的具体要求。

§ 1.1 通信网的基本概念

1.1.1 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。

一、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。

二、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。

三、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。

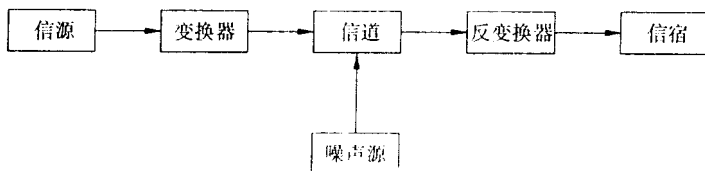


图 1-1 通信系统构成模型

信源——是指产生各种信息(如语音、文字、图象及数据等)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。

1.1.2 通信网的概念及构成要素

一、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,以用户满意的效果传输网内任意两个或多个用户之间的信息。

二、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、网络结构、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,是连接网络节点的媒介。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。

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。

1.1.3 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。

1.1.4 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。

一、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。

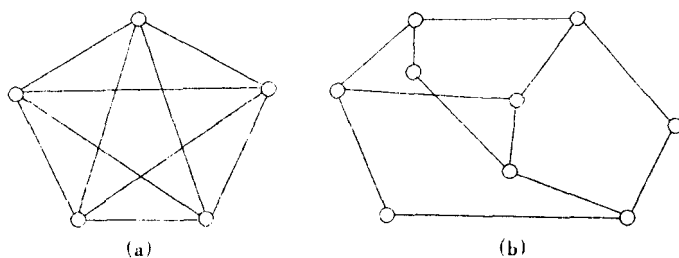


图 1-2 网形网与网孔形网示意图

二、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 个节点的星形网至少需要 $N - 1$ 条传输链路。星形网的辐射点就是转接交换中心，其余 $N - 1$ 个节点间的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。由于星形网比网形网的传输链路少、线路利用率高，所以当交换设备的费用低于相关传输链路的费用时，星形网比网形网经济性较好，但稳定性较差(因为中心节点是全网可靠性的瓶颈，中心节点一旦出现故障会造成全网瘫痪)。

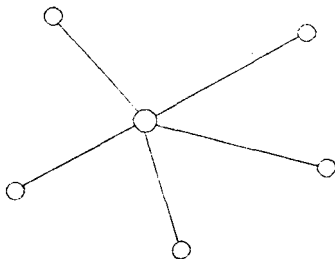


图 1-3 星形网示意图

三、复合形网

复合形网由网形网和星形网复合而成，如图 1-4 所示。根据网中业务量的需要，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结构，可以使整个网路比较经济且稳定性较好。复合形网具有网形网和星形网的优点，是通信网中常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。

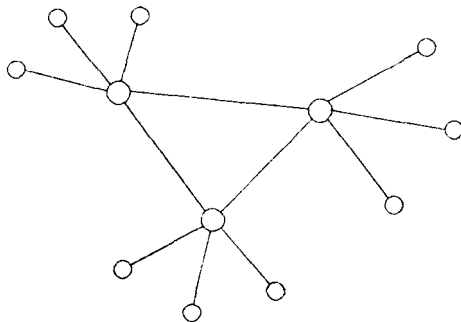


图 1-4 复合形网示意图

四、总线形网

总线形网是所有节点都连接在一个公共传输通道——总线上，如图 1-5 所示。这种网络

结构需要的传输链路少,增减节点比较方便,但稳定性较差,网络范围也受到限制.

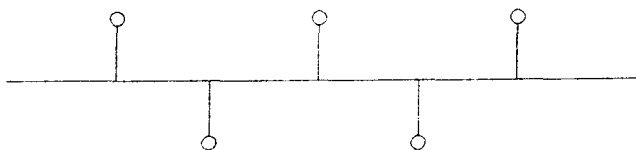


图 1-5 总线形网示意图

五、环形网

环形网如图 1-6 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, 所以其稳定性比较高.

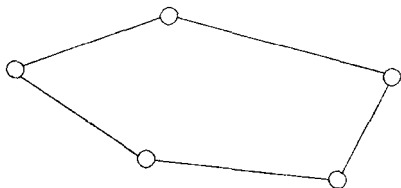


图 1-6 环形网示意图

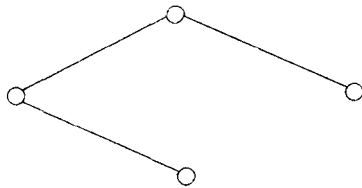


图 1-7 线形网示意图

另外, 还有一种叫线形网的网络结构, 如图 1-7 所示, 它与环形网不同的是首尾不相连. 线形网常用于 SDH 传输网中.

六、树形网

树形网如图 1-8 所示, 它可以看成是星形拓扑结构的扩展. 在树形网中, 节点按层次进行连接, 信息交换主要在上、下节点之间进行. 树形结构主要用于用户接入网或用户线路网中. 另外, 主从网同步方式中的时钟分配网也采用树形结构.

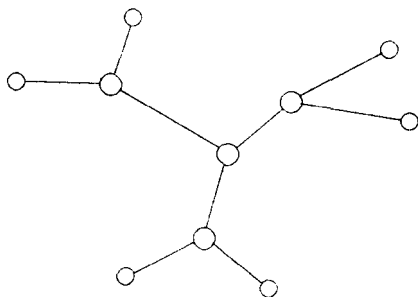


图 1-8 树形网示意图

此外, 还有应用于陆地移动通信网的蜂窝网.

§ 1.2 通信网的要求

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, 对通信网必须提出主要要求, 用以评价一个新建或已经存在的通信网是否合理或应如何改进. 应有以下几点要求:

1. 接通的任意性和快速性

国内任意两个用户可以相互通信, 并且能迅速接通. 倘若某个用户不能与其他用户通信, 这些用户就不能称为属于这个网. 另外, 在近代通信网中, 时间应说是一个很重要的因

素,当某对用户之间的接通需要很长时间的话,在某种情况下,这种接通可能是无效的或至少使效果大为减少.在拓扑结构准许接通的前提下,影响接通率的因素有两类,一种是转接次数太多或在某些环节上出现阻塞,如电路全被占用而需等一段时间再试接.这牵涉到网络资源不足或结构不合理的问题;另一种是通路中某些环节发生物理性故障以至丧失其应有的功能而又不能及时修复,引起长时间接不通.对于紧急用户只能借助于直通电路,当所有网内用户都很紧急时,那就只能使用全连通网,有时也采用优先制方式来适应紧急用户.对于接通的快速性,可以限定一个时限,平均能在某一时限内接通,就认为已满足快速性的要求.

2. 可靠性

一个不可靠的或经常中断的网是不能用的,而绝对可靠的网也是没有的.所谓网的可靠性是在概率的基础上,平均故障间隔时间达到要求.实际上,增加可靠性意味着需要有备用信道和设备,必须增加投资和维护费用;另一方面,为了节省投资而因陋就简,会造成通信中断而引起各种各样的损失,如何平衡两者的矛盾是一个复杂的问题,这与业务的性质有密切的关系;比如在军事通信中,中断通信的损失比较大,所以通信网的可靠性比经济性更重要,而民用通信网的可靠性要求可能低一些,但随着交换信息的价值愈来愈被人们所重视,所以对可靠性要求也越来越高了.

3. 信息的透明性

所谓透明,就是所有信息都可以在网内传输,并且不加任何限制,正如透明物体中可以通过任何波长的可见光线一样,也就是说,网对用户不应有太多的要求.例如在数据通信中,常常以比特同步保证信息被正确提取,当信息代码全为“0”或全为“1”时,同步提取电路就会失效.这就需要在网络接口内附加一些设施,以保证同步正常进行而不向用户提出限制性的要求,倘若必须向用户提出要求,就说这网对数据信息是不透明的.良好的网应对用户没有限制,以便通信畅通无阻,从这个意义上说,理解为通信网应使用户的任何形式的信息都可以在网内传递.一般地说,透明性要求在目前的技术下,对用户提出尽可能少的限制,因为对用户的限制,也就是对网的发展的限制.

4. 质量的一致性

质量标准对一个通信系统是很重要的,质量不符合要求,有时会使通信失去意义.如通信系统中的失真过大,无法从收到的信号中提取所需的信息,那就是无效的通信.即使还能提取一些信息,或勉强能辨别,也可能造成不良后果,至少使收信者不愉快.当电话或电视中噪声过大,即使还不是看不清或听不清,至少用户不是很满意.所以,任何通信系统必须规定某些质量标准,而且除了各子系统均应满足质量标准外,还须规定指标和它们的一致性.严格地说,网内任何两个用户进行通信时,不论这两个用户的远近,应有相同或相仿质量,才能说这个网是正常的.当然,质量的一致性并不是说质量完全相同,只是规定最低的质量标准,要求网内通信质量都高于这个标准.

5. 灵活性

通信网建成之后,应具有一定的灵活性.要允许新用户或新业务进网,要能与其他网互联接通,应能适应一定的过载状态.

6. 经济的合理性

合理性和用户的要求有关,一个网的投资常常分段进行,以便达到最大的经济效益.每一个阶段容量的建设与需求的预测有密切的关系,建多了设备闲置造成经济损失,建少了不能满足要求而且丧失了产生效益的机会,这在经济上都是不合理的.由此可见,建一个网要

做到经济上的合理, 既很复杂又很重要。

以上提出了建立一个理想通信网的基本要求, 但由于通信网是发展的, 人们还会对通信网提出许多其他的或新的要求, 但上述的几点要求应该说是主要的, 完全满足这些要求也是不容易的, 提出这些要求只是作为一些标准, 用来评价各种网的优劣, 预言网的发展方向, 为网的规划设计指出目标。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将有所差别。例如, 对电话通信网是从以下三个方面提出的要求: 接续质量——电话通信网的接续质量是指用户通话被接续的速度和难易程度, 通常用接续损失(呼损)和接续时延来度量。传输质量——用户接收到的话音信号的清楚逼真程度, 可以用响度、清晰度和逼真度来衡量。稳定质量——通信网的可靠性, 其指标主要有: 失效率(设备或系统工作 t 时间后, 单位时间发生故障的概率)、平均故障间隔时间、平均修复时间(发生故障时进行修复的平均时长)等等。

§ 1.3 现代通信网的构成及发展

1.3.1 现代通信网的构成

一个完整的现代通信网, 除了有传递各种用户信息的业务网之外, 还需要有若干支撑网, 以使网络更好地运行; 现代通信网的构成示意图如图 1-9 所示。

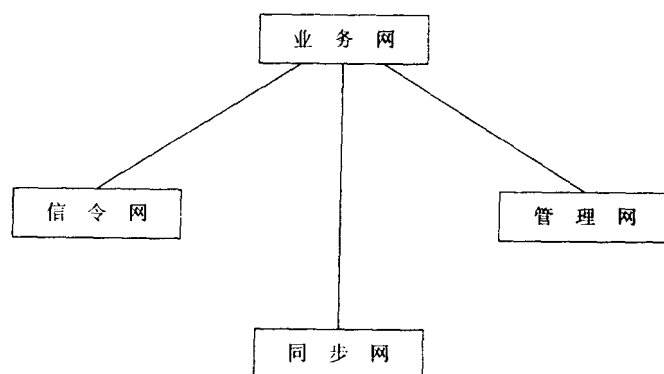


图 1-9 现代通信网的构成示意图

一、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、图象等各种电信业务的网络。

业务网按其功能又可分为用户接入网、交换网和传输网三个部分。近些年来, 国际电信联盟(ITU-T)已正式采用了用户接入网的概念。这是一个适用于各种业务和技术, 有严格规定并以较高功能角度描述的网络概念。

用户接入网是电信业务网的组成部分, 负责将电信业务透明地传送到用户, 即用户通过接入网的传输, 能灵活地接入到不同的电信业务节点上。接入网、传输网和交换网的位置关系如图 1-10 所示。

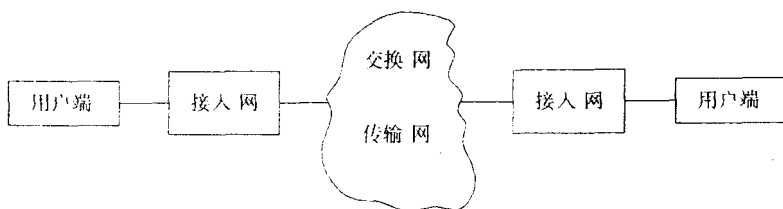


图 1-10 接入网、传输网和交换网的位置关系

二、支撑网

支撑网是使业务网正常运行,增强网络功能,提供全网服务质量以满足用户要求的网络。在各个支撑网中传送相应的控制、监测信号。支撑网包括信令网、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。

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。网络管理是实时或近实时地监视电信网络(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,使尽可能多的通信得以实现。

1.3.2 现代通信网的发展

随着国民经济的迅速发展,人们将逐步进入信息化社会,因而对信息服务的要求会不断提高,通信的重要性将越来越突出。通信网不但要在容量和规模上逐步扩大,还要不断扩充其功能,发展新业务,用来满足人类越来越高的需求。

从通信网在设备方面的各要素来看,终端设备正在向数字化、智能化、多功能化发展;传输链路正在向数字化、宽带化发展;交换设备则已经广泛采用数字程控交换机,并已研究推出适合宽带 ISDN 的 ATM 交换机。总之,未来的通信网正向着数字化、综合化、智能化、个人化的方向发展。

一、数字化

数字化就是在通信网中全面使用数字技术,包括数字传输、数字交换和数字终端等。由于数字通信具有容量大、质量好、可靠性高等优点,所以数字化成为通信网的发展方向之一。

在传输设备方面,除了在对称、同轴电缆上开通数字通信外,还广泛采用光纤、微波、卫星进行数字通信。在交换设备方面,数字交换技术已经取代模拟交换技术。许多国家已建立了综合数字网(IDN),即实现了数字传输与数字交换的综合,并加快发展综合业务数字网(ISDN)。

二、综合化

综合化就是把来自各种信息源的业务综合在一个数字通信网中传送,为用户提供综合性服务。目前已有的通信网一般是为某种业务单独建立的,如电话网、传真网、广播电视网、数

据网等。随着多种通信业务的出现和发展,如果继续各自单独建网,将会造成网络资源的巨大浪费,而且给用户带来使用上的不便。因此需要建立一个能有效地支持各种电话和非话业务的统一的通信网,它不但能满足人们对电话、传真、广播电视、数据和各种新业务的需要,而且能满足未来人们对信息服务的更高要求,这就是综合业务数字网。

ISDN 的实现可分为两个步骤:

第一步实现窄带 ISDN(N-ISDN)。N-ISDN 是在电话 IDN 的基础上发展而成的网络,它利用现有电话用户线以 192 kbit/s(2B + D)基本速率和 1.544 Mbit/s(23B + D)或 2.048 Mbit/s(30B + D)的基群速率接入业务,网络采用电路交换或分组交换方式(N-ISDN 的有关内容详见第八章)。

第二步实现宽带 ISDN(B-ISDN)。B-ISDN 是为了克服 N-ISDN 的局限性而发展的,它是一个全新的网络,需要宽带传输媒介、宽带交换技术和高速率数字标准接口。CCITT(现更名为 ITU-T)已于 1988 年明确提出宽带 ISDN 的信息传递方式(信息传递方式包括传输、复用和交换)采用异步转移模式(ATM),并确定了用户-网络接口的速率和结构的国际标准,接口速率为 155.520 Mbit/s 和 622.080 Mbit/s。B-ISDN 能提供电视会议、高清晰度电视(HDTV)等宽带业务(B-ISDN 的有关内容详见第八章)。

三、智能化

智能化就是在通信网中更多地引进智能因素建立智能网,其目的是使网络结构更具灵活性,使用户对网络具有更强的控制能力,以有限的功能组件实现多种业务。

随着人们对各种新业务需求的不断增加,必须不断修改程控交换机的软件,这需耗费一定的人力、物力和时间,因而不能及时满足用户的需要。智能网将改变传统的网络结构,对网络资源进行动态分配,将大部分功能以基本功能单元形式分散在网络节点上,而不是集中在交换局内。每种用户业务可由若干个基本功能单元组合而成,不同业务的区别在于所包含的基本功能单元不同和基本功能单元的排序不同。

智能网以智能数据库为基础,不仅能传送信息,而且能存储和处理信息,使网络中可方便地引进新业务,并使用户具有控制网络的能力,还可根据需要及时经济地获得各种业务服务。

四、个人化

个人化就是实现个人通信,即任何人在任何时间都能与任何地方的另一个人进行通信,通信的业务种类仅受接入网与用户终端能力的限制,而最终将能提供任何信息形式的业务。这是一种理想的通信方式,它将改变以往将终端/线路识别作为用户识别的传统方法(即现在使用的分配给电话线的用户号码),而采用与网络无关的惟一的个人通信号码。个人号码不受地理位置和使用终端的限制,通用于有线和无线系统,给用户带来充分的终端移动性(即用户可在携带终端连续移动的情况下进行通信)和个人移动性(即用户能在网络中的任何地理位置上,根据他的要求选择或配置任一移动的或固定的终端进行通信)。个人通信的发展目前只处在初级阶段,很多国家开发和使用的公用无绳电话系统、移动电话系统可以看做是初级阶段的个人通信系统。要达到理想的个人通信,即任何人在任何时间都能与任何地方的另一个人进行任何形式的通信,将是个长期而艰巨的任务。