

赵宗基 武士雄 审校

王鸿生 龚双瑾等 编著

中国通信学会主编

人民邮电出版社

基本技术

通信网

通信工程丛书



72.4
1.2.2

通信工程丛书

通信网基本技术

王鸿生 龚双瑾 等编著
赵宗基 武士雄 审校



中国通信学会主编·人民邮电出版社出版

9310245

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书结合我国情况较系统地介绍了通信网基本技术的主要部分,其中包括网路结构、编号、信号方式、传输规划、传输系统、交换系统、接续质量、非话业务、数字网同步、计费、网路管理等内容,编写中力求讲清概念,明确各种技术规则和技术指标,尽量结合我国实际情况,有一定实用价值,可供从事通信网工作的工程技术人员和管理人员阅读参考。

D029/13

通信工程丛书

通信网基本技术

王鸿生 龚双瑾 等编著

赵宗基 武士雄 审校

责任编辑 王晓明

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 850×1168 1/32 1993年3月 第一版

印张: 14 页数: 224 1993年3月 北京第1次印刷

字数: 368 千字: 印数: 1—5 000 册

ISBN7-115-04711-1/TN·532

定价: 14.20 元

丛 书 前 言

为了帮助我国通信工程技术人员有系统地掌握有关专业的基础理论知识,提高解决专业科技问题、做好实际工作的能力,了解通信技术的新知识和发展趋势,以便为加快我国通信建设、实现通信现代化作出应有的贡献,我会与人民邮电出版社协作,组织编写这套“通信工程丛书”,陆续出版。

这套丛书的主要读者对象是工作不久的大专院校通信学科各专业毕业生、各通信部门的助理工程师、工程师和其他通信工程技术人员。希望能够有助于他们较快地实际达到通信各专业工程师所应有的理论水平和技术水平。

这套丛书的特点是力求具有理论性、实用性、系统性和方向性。丛书内容从我国实际出发,密切结合当前通信科技工作和未来发展的需要,阐述通信各专业工程师应当掌握的专业知识,包括有关的系统、体制、技术标准、规格、指标、要求,以及技术更新等方面。力求做到资料比较丰富完备,深浅适宜,条理清楚,对专业技术发展有一定的预见性。这套丛书不同于高深专著或一般教材,不仅介绍有关的物理概念和基本原理,而且着重于引导读者把这些概念和原理应用于实际;论证简明扼要,避免繁琐的数学推导。

对于支持编辑出版这套丛书的各个通信部门和专家们,我们表示衷心感谢。殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,使这套丛书日臻完善。

中国通信学会

前 言

通信网技术是通信工作者共同关心的课题,因为它与通信网的发展建设、规划、运用、以及通信设备的研制生产等方面密切相关。然而就通信网技术本身而言,既涉及到理论,又要结合工程实际;既需重点说明全网共同性的技术问题,又需顾及各类通信技术如传输技术交换技术等具体内容,在技术上具有一定的广泛性和复杂性,因而要在一本书中十分完整地描述通信网技术的各个方面内容,显然是十分困难的。所以我们选择了那些基本的且又十分重要的内容。

本书的侧重而放在较详细地叙述通信网基本技术,即通信网技术体制方面的内容,以便人们对组建通信网以及保证通信质量的各项共同性技术要求有基本的了解,为今后深入学习和继续研究打下良好基础。同时也为从事通信网工作的工程技术人员提供一些结合国情的参考资料。

本书共分十二章:第一章绪论,第二章网路结构,第三章编号计划,第四章信号方式,第五章传输规划,第六章传输系统,第七章交换系统,第八章通信网接续质量,第九章计费,第十章非电话业务,第十一章数字网同步,第十二章网路管理。通过以上各章,我们不仅介绍了网路技术的主要内容,而且也从原理方面和技术因素方面做了一定深度的分析,这样就可做到使从事通信网工作的专业人员和管理人员阅读本书时都能有所收获。

本书第二、五章由王鸿生同志执笔,第三、七、九、十二章由龚双瑾同志执笔,第六章由王鸿生、武士雄同志执笔,第四章由王立言同志执笔,第八章由赵宗基同志执笔,第十章由李守静同志执笔,第十

一章由李琳同志执笔,第一章由龚白同志执笔,全书由赵宗基、武士雄审校。此外过长春、黄尚贤同志对本书的编写也做了一些工作。

由于我们水平有限,书中一定有一些不足之处,敬请读者批评指正。

作者

目 录

第一章 绪论	1
1.1 通信的重要性和通信网的组成	1
1.2 通信网中开放的业务	2
1.3 通信网的分类	3
1.4 通信网的发展方向	4
1.5 我国通信网现状	6
1.6 通信网研究范围	7
第二章 网路结构	10
2.1 概述	10
2.2 网路结构的类型	11
2.3 本地网	17
2.4 长途网	22
2.5 路由	26
第三章 编号计划	37
3.1 概述	37
3.2 定义和 CCITT 建议	39
3.3 影响编号的各种因素	41
3.4 编号的几种方法	49
3.5 备用编号容量	59

附件一 世界计划委员会建议修正的国家号码表	61
附件二 全国长、市话特种业务号码的编排表	70
第四章 信号方式	72
4.1 概述	72
4.2 用户线信号	74
4.3 局间直流信号	76
4.4 PCM 数字型线路信号	78
4.5 带内单频脉冲型线路信号	83
4.6 多频记发器信号	88
4.7 CCITT No. 7 信号方式	100
第五章 传输规划	114
5.1 概述	114
5.2 传输损伤	115
5.3 传输规划	142
5.4 传输指标及其分类	149
5.5 电平	154
5.6 响度当量	156
5.7 全程响度当量的规划	161
5.8 我国传输规划	174
第六章 传输系统	178
6.1 概述	178
6.2 传输媒质	187
6.3 调制	196
6.4 频分多路复用	210
6.5 数字复用系列及其组成	217
6.6 各类传输系统及其主要性能	222

第七章 交换系统	235
7.1 概述	235
7.2 电话交换机的分类与发展	238
7.3 交换原理	240
7.4 交换系统的发展展望	261
第八章 电话网接续质量	264
8.1 话务工程基本概念	264
8.2 电话网中的话务流量	280
8.3 接续质量及其指标	294
第九章 计费与计费方法	307
9.1 概述	307
9.2 计费方法	308
9.3 本地电话网与长途电话网的计费区	325
第十章 非电话业务	328
10.1 概述	328
10.2 公用电报和用户电报	328
10.3 数据通信	339
10.4 传真通信	362
10.5 新型的非电话业务	380
第十一章 数字同步网	385
11.1 概述	385
11.2 滑动	387
11.3 网同步方法	394
11.4 时钟	397

11.5	同步设备.....	410
11.6	同步规划.....	412
第十二章	网路管理.....	416
12.1	概述.....	416
12.2	网路管理含义、原则	417
12.3	网路的过负荷对网路性能的影响.....	419
12.4	网路状态的监视.....	422
12.5	数据的收集和分析.....	424
12.6	网路管理的实施.....	431

第一章 绪 论

1.1 通信的重要性和通信网的组成

通信是人类社会传递信息，交流思想，传播文化知识不可缺少的一种手段。随着人类社会的不断进步，生产力及科学技术的不断发展，通信业务的范围已扩大到社会的各个方面，遍及世界的各个角落，通信和交通、能源一样都是国民经济的基础设施，通信几乎在各种社会活动和经济活动中都起着重要的作用。特别是在信息社会中，通信将成为社会组成的主体，无论是在生产、管理、服务、生活等哪一方面，通信都将成为一个必不可少的环节。

从社会分工的角度来说，通信在人类社会是负责传递信息的服务行业。通信行业不直接产生实体产品，而是产生社会效益，但是因此而忽视通信对于经济发展和社会进步的作用是失之偏颇的。在讲求竞争和效益的社会中，不充分使用通信这个手段，就难以适应社会的激烈竞争，不可能获得巨大的经济效益，先进国家早就看到了这一点，因此世界各国都在积极地建设和完善本国的通信网，使之更好地发挥社会效益，满足社会需要。

通信的最基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输信息的通道，但是由于通信对象的不确定性及多元性，所以不可能在所有可能发生通信的信源与信宿间建立固定的信息通道（传输系统），因此有必要把用户线路连到一个交换中心（交换系统），在此可以选择通

向信宿的路由。对一个国家或地区来说，不论其地域大小，出于技术上和经济上的考虑，通常不可能把所有用户都连到一个交换机上，也就是说通常要建立多个交换中心，并用传输电路（传输系统）把这些交换中心连接起来。这样一来，用户终端，传输系统，交换系统就被有机地连在一起了，并通过用户与交换机、交换机与交换机相互发送并接收一整套信号来进行通话路由的选择与建立，这一整套信号就是所谓的信号系统。综上所述，通信网的实体是由下列基础部分组成的：

——用户终端设备

——传输系统

——交换系统

1.2 通信网中开放的业务

由于信息的形式是多种多样的，相应地通信业务种类也是多种多样的，而且会随着技术的进步、社会需求的变化而不断增加新业务。目前，通信网中开放的业务主要有电话、电报、数据、传真等几种。

电话业务是通信网中的主要业务，也是人们日常生活、工作和交往中使用最频繁的一种业务，而且预计将来也还是通信网中最主要的业务，仍然是人们未来日常生活、工作和交往中最常使用的通信手段。从通信范围分，电话可分成市内电话，郊区电话、长途电话、国际电话、农村电话；如从使用上分，电话可分为普通用户电话，同线用户电话、公用电话以及专用电话等。

电报业务是通信网中最早开放的一种业务，由于它属于单向通信方式，使用不如电话那样方便，所以尽管其应用年代早于电话，但其业务量却远远低于电话业务量。不过，由于它允许较大的延迟，并永久记录下通信信息的内容，所以它又不会被电话取代。目前开放

的电报业务有公用电报和用户电报。按业务范围分，主要有国内电报和国际电报。

随着计算机技术的发展和普及，计算机技术被广泛地应用于各个领域，随之而来的是大量的数据需要传输和处理，一种新的通信业务——数据业务——也就应运而生了。数据业务在发达国家发展较快，已建立起许多专用数据网，也有少数公用数据网。目前应用较多的还是中低速数据，这类数据业务有些经租用电路传输，有些则在电话网中交换和传输。高速数据多在数字通道中传输，而且专门设立了分组数据交换网。

传真业务是传输静止图像的。目前传真已被广泛地用于传输文件、新闻、图片以及气象资料等。文件传真有 I、II、III 类机等种类，传一张 A₄ 文件所需的时间分别为 6 分钟、3 分钟和 1 分钟。三类机适合于在数字通道中进行传输，但也可在模拟通道中使用。目前传真网只建立了专用传真网，如新闻、气象、公安等部门都有专用传真网。公用传真业务多是在公用电话网中附加开放传真业务来实现的。

随着社会的发展，用户对通信业务将不断提出新的要求，因此通信网中也将陆续增开一些新业务。

1.3 通信网的分类

通信网是个广义的概念，从系统工程的观点来看，通信网是个复杂的大系统，下分许多子系统，也就是可分成许多子网。子网的划分方法因划分的目的不同，也就有不同的分类方法，最主要的是按营运方式分成公用通信网和专用通信网。

公用通信网可以分成国内和国际公用通信网。国内公用通信网按业务种类分可以分成电话网、电报网（公用电报和用户电报）、数据网、传真网、移动通信网和宽带业务网。电话网按其服务范围可

分为长途网和本地网两大类,本地网包括目前所称的市内电话网、农村电话网,即它的服务范围比以前的市内电话网大了很多,但在特殊情况下,如本地网的服务范围只限于城市内,则可仍称为市内电话网。

国际公用通信网按业务种类可以分成电话网、公众电报网(自动存储转发)、用户电报网、数据网、传真网及宽带业务网。

专用通信网则是按其服务对象的行业特征来划分的,主要有军用通信网、铁道通信网等,此外,大型矿区、林区、工业基地等也可能有自己的专用通信网。专用通信网的职能是完成各专业部门内部通信任务,由于专业部门各有特点,因而专用网中开放的业务也不尽相同,目前多数仍以电话为主要业务。

通信网还有许多其他分类方法,比如按传输信号形式划分可分成模拟网和数字网;按接续方式划分可分成人工网、半自动网和自动网等。

1.4 通信网的发展方向

今天,身处二十世纪末的人们已深深地感受到在信息化时代,由于科学技术发展更加迅速,技术更加专业化,社会分工越来越细,组织机构的门类日益增长,整个社会的发展和变化也随之加快,不论是个人还是社会集团,为了适应这一飞速变化的社会,跟上时代的发展,都需要更多的信息,帮助自己了解社会、跟上时代,做出更符合时代特点的决策。因此,人们对信息的需求量也就相应地迅速增加,这些信息需要通过通信网来进行传送和处理。总之,通信网与人类的关系更加密切。

在信息化时代,人们对信息的需求不仅在数量上有了很大的增长,而且在信息的种类和质量上也有了更多的要求。随着人们生活水平的提高,对精神生活的要求也越来越高,人们不仅要及时

地了解世界各地的新闻、文化体育消息，还要及时地掌握市场行情，经济文化动态以及查阅文献资料等，所以，人们要求通信行业能够提供多种多样的信息服务以满足他们的各种需要。

可见，在信息化时代中人们的日常生活、工作对信息的依赖性更强，人类社会的彼此交往更加密切，因此通信对人们的日常生活、工作和交往，对社会的正常运转就更加重要。为了使整个社会的各个部分更加有效地协调运转，使人们更好地生活和工作，建立一个高效、可靠、能够及时迅速地提供多种通信服务的现代化通信网是非常紧要的。

支持信息化社会的通信技术主要包括：①以综合业务数字网（ISDN）为代表的现代通信网技术。②以计算机技术为基础的各种智能终端技术。③数据库技术。应用这些技术就可以做到大范围地、迅速及时地收集、传送、交换各种各样散布在各地的信息，高质量地处理、加工信息，大量地存储信息，向有不同需要的用户提供服务。并且逐步实现网路的智能化。

信息化社会的现代通信网就其本身来说是综合业务数字网（ISDN）。ISDN 概念的产生是由于目前广泛建立的电话网、电报网、数据网等都是为某种需要单独建立和发展起来的，效率和经济性都不够理想。理想的情况是将各种业务综合到一个网中，以同样的数字信号进行传输和交换。实现 ISDN 并不是遥远的事，目前许多发达国家都在积极制订专门计划，在 2000 年前后实现 ISDN。实现 ISDN 的步骤一般分为两步：第一步先建立综合数字网，即所谓的 IDN。在 IDN 内传输与交换设备全部数字化，即采用程控数字交换设备和 PCM、光缆传输设备等做到综合数字传输。第二步，发展宽带业务传输交换设备，并将已有的各种业务网逐步综合成 ISDN。当然，由于在各种现有网的规模中，电话网规模最大，所以应在电话 IDN 的基础上发展 ISDN。

当前，为了给 ISDN 打好基础，要十分注意实现接续自动化，监测控制自动化以及不断在网上采用新技术，例如光缆、卫星、高次

群 PCM、数字微波、程控数字交换以及各种智能终端等。

1.5 我国通信网现状

建国四十年来，在广大工人、干部、科技人员的共同努力下，我国的通信事业有了很大的发展。特别是近几年实行改革开放，搞活经济的政策以来，依靠国家政策、依靠技术进步、依靠社会各方面的支持，我国通信事业的发展更加显著。首先全国长途自动电话网的建设已初具规模，改变了过去以人工长途接续为主的落后局面，目前全国各大中城市用户间已实现了长途自动直拨，并且随着对外开放政策的推行，国际电话自动直拨业务也日益增长，这不仅为国内外用户提供了方便，而且也大大增加了经济收入。在电报业务方面，全国各省会城市均已安装了自动转报设备，使全国绝大多数县以上城市进入了自动转报网。与此同时，用户电报也得到了相应发展，目前已建立了全国用户电报网。此外数据业务传真业务也有一定发展，近年来还组建了初级的分组数据交换网。

我国通信网中采用的大部分设备是国产设备，如 300 路、960 路小同轴载波，1800 路中同轴载波，960 路、1800 路微波，PCM，光缆等传输设备，各种市内、长途纵横制自动交换机等。同时，近年来也引进了一些国外设备，如程控数字交换机，PCM、光缆传输设备等。

总的来说，经过四十年的建设，我国的通信网已经初具规模，但是，相对来讲我国的通信事业还很落后，尤其是与发达国家相比，差距还很大。主要表现在以下几个方面，一是通信能力低，设备严重不足。通信网的建设需要很大的投入，而其经济效益主要不是通过邮电企业的收入来直接体现的，而是通过社会效益来间接体现的。长期以来，由于对这一点认识不足，对通信事业的投资较少，加上原有的通信网基础差，设备少，虽然最近几年实行改革开放，加大了

对通信事业的投入，但我国的通信能力低，设备不足，供需矛盾十分突出的状况仍未解决。二是设备落后，技术水平低。虽然在国内电话网中已部分实现了自动交换，但仍有很大部分仍为人工交换，并且有些设备已经使用了许多年。各种设备的管理维护也基本是人工操作，工作效率不高，技术落后；尽管近年来引进了一些先进设备和技术，但要彻底改变我国通信设备落后，技术水平低的面貌，还需要长期的努力才行。三是通信质量差，管理水平不高。通信质量差主要表现在服务质量上，各城市忙时电话不通是普遍现象。长途电话、市内电话忙时有效接通率都不高。另外，诸如电话音小、串杂音大、错接、无声、中断等现象也时有发生。这些现象的出现，除了设备不足，技术落后外，管理水平不高也是很重要的原因。

为了改变我国通信事业落后的现状，缩小与世界先进水平的差距，邮电部已制定了 2000 年的发展规划，到 2000 年我国的电话总数和电话普及率将大大提高，县以上城市基本实现长途自动直拨。为此目的，在坚持自力更生方针的前提下，应积极引进新设备，消化吸收新技术，改变设备落后的状况，提高技术水平。总之我国通信网的发展前景是十分令人鼓舞的。

1.6 通信网研究范围

一、网路基本技术规划—通信网技术体制

通信网技术体制及技术标准在国外称为通信网基本技术规划，它是一个技术规范性的技术文件，它规定了通信网内各种设备互连接的各种技术规则，以及保证网内用户可以获得满意的服务质量的各项技术指标，通信网技术体制和技术标准是国家标准的一个组成部分，为了保证全程全网通信的畅通和保持一个稳定的通信质量，所有通信有关部门，如网路规划、工程设计、科研生产、维护运用