

通信网概论

[日] 清水通隆 铃木立之 著

人民邮电出版社

通 信 网 概 论

【日】清水通隆 铃木立之 著
《通信网概论》翻译组 译

人 民 邮 电 出 版 社

通信 ネットワーク 概论

〔日〕 清水通隆 铃木立之著

1974年

内 容 提 要

本书从电信网的整体出发,讲述电信网的组成,传输设备和交换设备的规格、性能和技术标准,以及电信网在建设和发展过程中所遇到的问题和解决方法。包括:通信网的概念,组成概况,国内电话网,国际通信网,综合和宽带网,电报、广播、专用网等六编。对电信网的总体和各专业网的组成、基本原理、体制、沿革和发展方向等都介绍得比较具体和实用,有较大的参考价值。可供从事电信网规划、设计、技术标准、经营管理和其他有关技术人员和管理人员阅读。

通 信 网 概 论

〔日〕清水通隆 铃木立之著

《通信网概论》翻译组 译

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 850×1168 1/32 1983年8月 第一版

印张: 15 24/32 页数: 252 1983年8月河北第一次印刷

字数: 415千字 印数: 1—6,500册

统一书号: 15045·总2684-有5281

定价: 2.05 元

译者前言

本书是一本全面介绍通信网的专业技术书。书中比较详细地介绍了长途网、市内网、国际网以及各类专用网的组成，通信网的各组成部分——传输设备、交换设备的性能、网路组织和各项技术标准。我国目前尚没有自编的这类书籍出版，阅读这本书可以帮助通信专业人员建立通信网的系统概念，通信网的发展过程中需解决的技术问题也可以在本书中找到类似答案作为借鉴，因此本书对我国通信网的规划建设有一定参考价值，这也是翻译本书的目的。

有关网的专业技术名词的译名，主要遵循国家标准的规定和我国传统用法，但是对于日本通信网中的某些习惯用语，则按日本原词译出，并已在相关部分加以注明，以便对照。

本书由赵宗基、宫振广、胡伟义、洪丽芬、白文芳、林善希、黄尚贤同志合译，并经陈光璞、赵宗基、林善希、宫振广同志进行了校订。全稿并请马吉图同志校阅，在此顺致谢意。由于我们的水平有限，请读者批评指正。

译者

一九八一年八月

原 书 序 言

现代技术革新的最大原动力是各种科学、技术的飞速发展。现代技术革新的一个很大特点是对人们影响的速度快、程度大，转眼之间即可及于全人类和全世界。并且开始转向以信息或智能为主的信息主导型的技术革新，其结果是技术革新的性质和过去的物质财富型大不相同。

可将现在正在进行的这种信息主导型的技术革新，即信息革新称为第二次技术革新。而在这个时期，我们所从事的通信事业对发展经济、充实国民生活所起到的作用的重要性和主导性是无需多论的。

日本的通信事业在战后一片废墟上经过近30年的发展，才形成了今天的状态。目前电话机数量超过了3400万部，仅次于美国，居世界第二位，在日本本土的绝大部分地区都能用立接制进行相互通话。不仅电话机数量有所发展，在通信业务种类上也正在取得显著的进展，例如在原有电报、电话业务的基础上增添了数据通信、图象通信、新电话业务等，从而更加充实、丰富了通信业务。

若从另一方面来看，在最近修改的公用电信法中增添了可多方面、高度利用电报、电话网的一部分条例，我认为这正是适应这种信息革新时代起步的一个切实的措施。我们应该由综合的角度来充分地考虑整个通信网的机能和经济性，并制定长远的规划政策，从有效利用国家资源的角度来说，应根据这个规划政策来进行建设，这点是非常重要的，也正是以前我所经常倡导的。

处于这种时代，我们不妨以长远的眼光回顾一下过去，正如本书所写到的，令人吃惊的是，以通信网本身为主题，尝试以俯瞰网的整体来论著的专业书很少。这可能是通信技术发展的迅速和通信

技术领域比较广泛，而具有一种传统观念，认为很难将这些技术加以综合所致。

现在，经过积极从事通信网的规划，设计工作的清水通隆和铃木立之两位先生的努力，本书终于出版了。这实在是一件及时而有意义的事情。

今天我们所见到的通信事业发展中的光辉成就，是综合了很多有关人员的创造和协作结晶的结果，编写本书的目的之一是将通信网的整体结构及其机能从技术上广泛地介绍给各方面人员、以期进一步加深正确的理解和协作。

通信网是由多种通信系统构成的，这些系统涉及到非常广泛领域的技术基础，因此，在开发、改造、设计、建设、维护这些系统时，需要一种判断，这种判断是建立在充分认识由通信网整体的角度来看的各系统相互间的关连的基础上的。随着今后技术的发展，这点就愈发显得重要了。各种技术无论怎样的先进，如果不充分地掌握它在整体中所占的位置，以及在整体中协调地去发展它，盲目地采用新技术就会必然地招致混乱，反而有碍于发展。由这种观点来看，从通信网整体利益出发进行的技术鉴定也总是必要的，即使就这种意义来说，我也认为能编成本书就是很有意义的。

基于上述宗旨，本书期待对目前从事通信事业的技术工作者，以及立志将来从事通信事业技术的青年们将会有所补益。

1974年11月

日本电报电话公社总裁

工学博士 米泽滋

作 者 前 言

目前发行的有关通信技术的大部分专业书均是以交换设备，传输设备，无线设备等硬件为论述主题的。有关通信网部分的说明，多见于书中的序，或在书的某章中附带说明，而以通信网本身为主题论著的专业书却非常少。

通信网牵连所有的通信技术，各种通信系统、设备、部件都是构成网的一些要素。当这些要素在技术上不断发展的同时，网的本身也在不断地发展成长。在这种情况下论述网特性，不仅牵涉到的领域非常广泛，而且对划分某一时期只做片面地描述，也是不能做好这一工作的，因此感到相当难以归纳，这就是把编写网的专业书作为一项困难工作的一个原因。

通信业务是社会活动和人们生活的一部分。满足社会需要，经常保持与社会的协调是它的一个重大的必要条件。因此，由于新业务出现而社会需要得以兑现时，便给现有的系统附加上一项机能，当构成通信网时，它不仅对网的影响很大，对网路本身的发展有较大的帮助；但同时也会使整个网更加复杂化，往往易于使网的主要通路和本质发生混乱。

这样，由于逐渐增添和改变业务，就难以从工程学的角度给出通信网的全貌；在其他方面也有类似的问题。

以上两点是我们在整理本书时深切感到的。当初虽然情绪高昂，但在编写整理过程中，深深感到对于才疏学浅的我们来说，并不是那么轻松、顺利，而是以不能充分消化的状态结束了本书的编写。

但是，在称为信息化社会的今天，社会各领域和各阶层都在了解有关通信网的知识，即使我们作为从事通信业务的工作人员，现在也普遍地非常需要社会上的理解和协作，基于这种判断，我们斗胆设想编写本书。

在执笔过程中，我们尽量注意从静态结构和动态运动二方面来编写由众多通信系统组成的通信网，因此，在指明未来的动态发展，理解与硬件关系的基础上，在本书中适当地罗列论述了必要的机械设备、规格依据等内容。现在到相当远的将来，通信网的主体仍将是电话网，所以，以此为中心，我们在本书分如下六个篇章来逐篇叙述。

第一篇 通信网的组成概念 论述通信网的一般理论，重点论述传输技术与交换技术本质上的差别。

第二篇 通信网的组成概述 概要说明成为网主体的日本现用交换方式以及有线无线传输方式。

第三篇 国内电话网 此篇为本书的核心部分，说明日本电电话公社电话网的具体结构。

第四篇 国际通信网 说明国际通信网的结构，强调了有必要从世界性网的角度来考虑国内网。

第五篇 综合网和宽带网 也包括最近动向，说明数据通信、图象通信等新的电信领域。

第六篇 电报、广播、专用网 举例简要说明电报、用户电报、电视中继网以及专用通信网。

在编写本书时，得到电电话公社的多方人士的协助与鼓励，尤其是通篇承蒙了新川吉雄、土屋博、樱间卓、北村八郎、加藤彦次诸位的非凡的协助，另外，福田谦三、花俣纯吉、楠五月、浅村伊佐男等很多人员为我们提供了宝贵的资料，在最后整理阶段又得到了杉木健先生的协助，在此一并由衷地感谢诸位先生。

另外，本书引用了一些文献中的图、表，希望这些作者们能予以谅解，同时，对其好意深表谢意，再者，对发行本书作出努力的欧姆出版社也在此表示感谢。

1974年11月

日本电电话公社

清水通隆 铃木立之

目 录

第一篇 通信网的组成概念

第一章 通信网	(1)
1.1 人类社会与电信技术	(1)
1.2 电信系统和电信网路	(2)
1.3 通信网的演变	(5)
第二章 交换和电路网	(8)
2.1 电路网中交换性能的产生	(8)
2.2 电路网的形状	(9)
2.3 交换性能	(13)
2.4 交换用信号的传送	(21)
第三章 通信系统的质量和人的因素	(29)
3.1 通信系统和人的因素	(29)
3.2 电话业务和人的因素	(29)
3.3 传输质量	(32)
3.4 接续质量	(36)
3.5 通信系统的可靠性	(45)

第二篇 通信网的组成概述

第四章 日本的交换方式	(56)
4.1 交换方式的种类和变迁	(56)
4.2 纵横制交换机的特点	(61)
4.3 纵横制的中继方式	(67)
4.4 电子交换机的应用	(75)
第五章 传输技术的发展	(83)
5.1 传输技术的发展方向	(83)
5.2 多路复用和宽频带	(83)

5.3 降低传输损耗	(97)
5.4 日本的传输方式种类的变迁	(100)

第三篇 国内电话网

第六章 长途电路网的组成	(124)
--------------------	---------

6.1 概要	(124)
6.2 长途电话网的局级	(126)
6.3 交换等级	(130)
6.4 长途电路网的组成	(138)
6.5 长途电路网的异常	(158)

第七章 市话网的组成	(166)
------------------	---------

7.1 用户区和所属区	(166)
7.2 市话网的组成	(169)
7.3 用户线路的配线	(179)
7.4 农、山、渔村用的特殊电话网和企业单位用电 话	(184)

第八章 编号计划	(189)
----------------	---------

8.1 编号计划及其必要条件	(189)
8.2 全国编号计划	(196)
8.3 特种号码	(201)

第九章 交换接续性能和电路设置	(206)
-----------------------	---------

9.1 交换机数字选择动作	(206)
9.2 电路选择和基于电路的设置	(222)
9.3 迂回中继和直达电路的设置	(230)

第十章 传输电路网	(241)
-----------------	---------

10.1 传输电路网的组成	(241)
10.2 多路由和传输电路的自动转换系统	(260)

第十一章 电话网的传输质量	(265)
---------------------	---------

11.1 电话电路的传输损耗	(265)
11.2 电路杂音与串音	(279)

11.3	交换设备的传输特性	(288)
11.4	电路瞬断	(297)
第十二章 通话费用的计算方式		(302)
12.1	通话费用	(302)
12.2	自动交换机中话费计算方式	(309)
12.3	话费立即通知	(313)
12.4	人工台计测话费的设备	(315)
第十三章 人工交换的作用		(316)
13.1	人工交换今后的作用	(316)
13.2	人工交换方式的特征	(318)
13.3	人工台应答方式	(323)
13.4	人工交换业务	(326)
第十四章 移动通信		(334)
14.1	移动通信种类和使用频率	(334)
14.2	移动通信业务的技术标准和制式设计	(336)
14.3	船舶电话	(343)
14.4	火车公众电话	(347)
14.5	无线呼叫方式	(351)
14.6	汽车电话方式	(353)
14.7	携带电话方式	(357)
第十五章 电话网的管理		(359)
15.1	自动立接制网的管理	(359)
15.2	话务量的测试和监视	(360)
15.3	监查	(363)
15.4	长途电路自动测试设备	(364)
第四篇 国际通信网		
第十六章 国际电话网的组成		(365)
16.1	国际电话业务的自动化	(365)
16.2	国际编号计划	(366)

16.3	国际接续计划	(368)
16.4	国际传输计划	(371)
16.5	国际信号方式	(376)
16.6	日本国际电话业务的自动化	(376)
第十七章	海底电缆方式	(382)
17.1	海底电缆方式的变迁	(382)
17.2	海底同轴电缆方式的概要	(385)
17.3	电缆的布放	(387)
17.4	话音插空方式	(387)
第十八章	卫星通信方式	(392)
18.1	卫星通信方式的变迁	(392)
18.2	卫星通信方式概要	(393)
18.3	多址联接通信方式	(400)
18.4	有关宇宙通信的国际协定	(404)

第五篇 综合网和宽带网

第十九章	数据通信网	(406)
19.1	数据通信系统的利用形式	(406)
19.2	数据传输和信息处理	(409)
19.3	数据通信网的组成	(417)
19.4	新数据通信网	(423)
第二十章	图象通信	(426)
20.1	图象通信的种类和特征	(426)
20.2	电视电话	(429)
20.3	传真	(430)
20.4	CATV和CCTV	(437)
第二十一章	综合通信网	(445)
21.1	信息化社会的通信	(445)
21.2	综合通信网的设想	(446)
21.3	综合通信网的形成和技术研究	(447)

21.4 综合通信网的概貌	(449)
第六篇 电报 广播 专用网	
第二十二章 公众电报网	(453)
22.1 国内公众电报网的组成	(453)
22.2 国内电报转报交换机	(455)
22.3 国际电报网	(457)
第二十三章 用户电报网	(460)
23.1 用户电报网的概况	(460)
23.2 国内用户电报网的组成	(460)
23.3 国内用户电报交换机	(462)
23.4 国际用户电报网的组成	(463)
第二十四章 电视转播网	(466)
24.1 电视转播网的建设	(466)
24.2 彩色电视用的转播设备	(467)
24.3 电视中继线的环状网路结构	(470)
24.4 电视图象和伴音的同播	(470)
24.5 电视节目的自动倒换	(473)
第二十五章 专用通信网和特殊通信网	(474)
25.1 国内专用通信网概况	(474)
25.2 日本国营铁路通信网	(474)
25.3 其它业务部门用的专用通信网	(480)
25.4 各国使用的一些特殊通信网	(482)

第一篇 通信网的组成概念

第一章 通信网

1.1 人类社会与电信技术

人类的起源，据传可以上溯到一百多万年以前。而且据估计，在其中大部分的九十九万年里，人类几乎是同其它动物一样地维持着那种淹没在大自然中的生活状态。以后从公元前约一万二千年，才开始创造一个改造大自然的环境，并逐渐形成了农业社会。自从1765年第一次产业革命，发明了与我们现代生活密切相关的机械，并利用了用以驱动机械的能源以后，至今也不过只有几百年的历史。

然而，这几百年间的技术革命和社会变化确是显著的，1876年的第二次产业革命为近代技术奠定了基础，直至二十世纪中期，才进入了一个以计算机为中心的自动化时代，现在我们可以说正在迎来一个信息化社会的时代。信息和知识同历来的物质能源一样，或许我们会把它当作更有价值的东西来对待，可以预想，依赖于这种信息和知识来支持的未来社会，将会变成一个同以往大不相同的社会。

一般说来，技术来源于科学，它推动着社会，又不断受到社会的推动而发展。电信系统的发展也是这样，它在规模、种类、质量等所有方面都是与社会同时向前发展的。也就是说它们之间有下列因果关系：

- (1) 电信技术的发展，促进了社会活动，并使社会发生变革。
- (2) 充实现有电信业务、实现新的电信业务等社会需要，又进

一步促进电信技术的发展。

电信系统作为传输信息的手段，目前主要是人们最熟悉的“说听”为主的电话通信。另外也采用了电报，用户电报、传真、电传书写等靠视觉识别信息，并具有记录功能的通信方式。直至最近又发展了电视电话，高速传真，从而大大扩大了这种“看写”等的功能。另外还采用了如数据通信的“处理”性能，这样一来，电气通信增加了能“不受距离限制”“及时”“准确无误”地传输信息的性能，并且在传输信息的基础上，目前已具备能对信息进行必要的加工及处理的性能。

但是，这种新的电气通信方法在现阶段还只局限于在同类企业、机关中使用，或在有特殊关系的单位之间由一部分人使用。而不象电话那样可在用户间广泛使用。从这种状况来看，经济上价钱便宜的电话将会在很长的一段时间内作为传输信息的主要手段继续存在下去。

1.2 电信系统和电信网路

一般通信系统从定义上看由下列三部分组成：(i)信息源和信息接收者；(ii)电信信号变换器和反变换器；(iii)在信息源和目的地间为了传输信息或感觉所需的传输通路。在多数情况下经过通信链路传输信号时会引入杂音，杂音和信号相重叠。我们把由传输通路的非线性引起的接收信号失真，以及在中途产生的所有不必要的变化统称为杂音。

另外，由于通信对象是不固定的，因此要求能在很多的对象中进行任意选择。本书要重点说明的公众通信便是一个很有代表性的例子，实际上构成通信系统的主要设备往往是很多的传输通路和选择接续用的交换机。数据通信为了处理信息，或者为了信息处理和选择传输通路则需要信息处理设备（计算机或有处理功能的交换机）。

图1.1是包括上述设备的电信系统基本组成示意图。而实际的

通信系统，是由很多种设备进行了一系列安排后组成的。一般把“为达到某一目的而集中各种组成要素所组成的体系”广义地统称为系统，将这样很多的系统进行有秩序的排列，

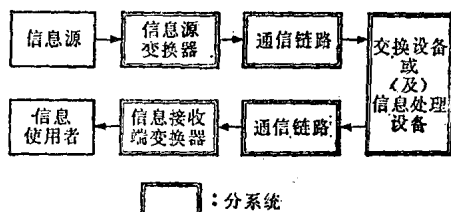


图 1.1 通信系统的基本组成

列，相互结合，使它们能协同工作的整体叫做网。

这种网不但包括具有庞大设备的电信网、铁道网、公路网、配电网、上下水道网，如按上述定义理解还包括如物资交流网、搜查网、情报网等以“工作”“活动”或组织为主体的网。

电信网如按用途来进一步具体划分，可分为电话网、电报转接网、用户电报网、数据通信网。这些网分别都是由很多系统组成，这些系统又是由很多的辅助系统组成。

电信网处理的对象是信息，将信息转换成电信号加以发送、接收和处理的则是电气通信。

电信网有下列最大特点：

其一、从信息源发出的信息或信号每一个都是不可预知的。也就是说，作为通信系统即使能知道所传输的信息量或信号数量，以及有关其发生间隔的统计特性，但单个信息或信号是不能预知的，这就是通信本质上的特点。因此，要通信系统提供能处理一切可传输的信息或信号的设备，在经济上是完全行不通的，所以，在设计通信系统时必须把概率统计的思想贯彻到所有领域中。

比如，信息量、通信发生频度等，可以用一种统计量来表示，并用信息理论、话务理论等进行理论体系化。另外，从通信内容看也有同样情况，如话音电平、频率特性、持续时间等总是因人而异，并且是经常变化的，因此有必要采用概率、统计的方法进行处理。

这样一来，当决定电信设备的性能和数量时，应在统计分布的

基础上，在社会允许的限度下和容易随机出现的范围内进行经济的设计。当然肯定存在例外情况的概率，这就有时会造成严重的话务拥塞之类的情况，要想完全消除这种现象实际上是不可能的。

这种特点颇类似公路交通中的汽车流动量。并且如与处理电力的配电网相比，便会发现一个较大的不同特点。即配电网是把来自电源的电力分配给多数终端，而不是像电信网那样具有许多节点，而进出这些节点的则是事先不可预知的信息流量。

因此，为了配合电力消费量的增减，做到最有效地传输电能而配备设备并进行有效控制，可以说是比较容易的。

通信网的另一个特点是，所传信息是事前不知道，并且是时刻在变化着的。也就是说，信息流量并不像交通流量那样可以看得到，因此，难以得到使用者的协助，要想控制它是困难的。如前所述，在不得不采用概率方法处理话务量的通信网中，由于灾害、障碍等不论在哪里产生卡脖子现象，一旦在话务流通上的机能产生混乱，都会引起不可捉摸的重复呼叫现象，而这种重复呼叫现象极易造成大范围的混乱，这是电信网的一个性质。

相反，处理在公路交通网中的汽车流量，远比处理电信网业务量单纯。也就是说，出现阻滞时汽车司机可以用眼看到，他完全可按个人意志进行迂回，同时也可进行交通管制。再者处理上单纯的原因是，根本没有通信网中那种由于重复呼叫引起的恶性循环所造成的话务激增现象。

电话通信的另一特点是，音频信号经过整个通路系统传输时不允许产生时延。为了使送受话者之间能自然地通话，就要极大地缩短时间滞后，并要求能同时传输双向信息。在这点上，它同允许出现某种程度区间拥塞的公路交通网大不相同，电话网的设备条件可以说比单向分配的配电网要求要高。

由上述特点可知，电信系统(1)处理对象是人眼看不见的信息，(2)每个信息的产生是随机的，而且是随时变化的，因此作为整体就要掌握统计数据，以决定设备的性能和数量。(3)即使发生