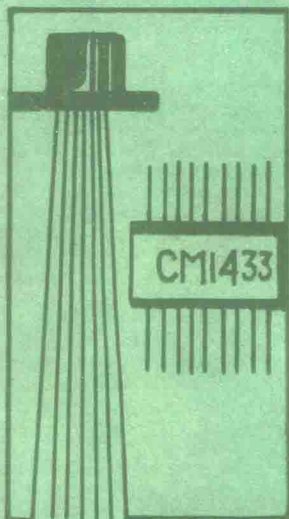
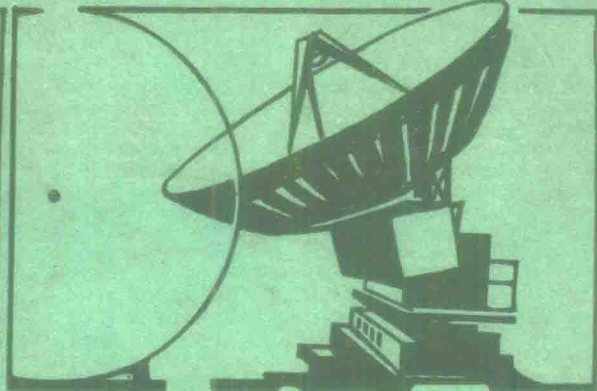


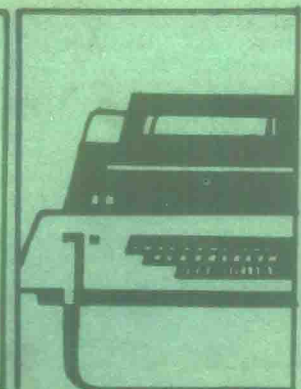
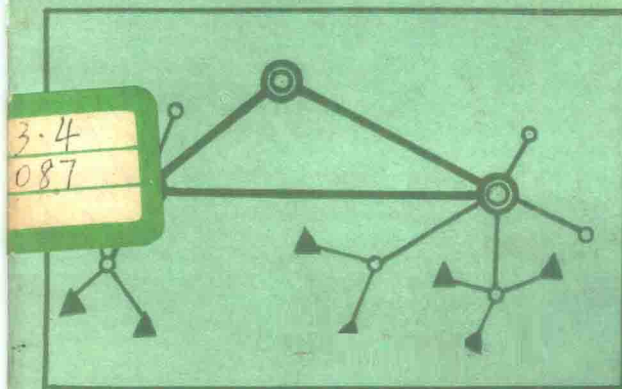
通信技术业务
知识丛书



通信网路

TONGXIN WANGLU

唐谷欣编著·人民邮电出版社



通信技术业务知识丛书

通信网路

唐谷欣 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书原为作者在安徽省邮电管理局干部技术业务学习讲座上的讲稿，出版前又作了一些补充与修改。

书中结合我国的具体情况着重介绍组成通信网比较重要的两个问题：一、采取什么样的网路结构形式才更经济可靠？二、怎样才能使得通信网中任何两地的用户通电话都能听得清楚。最后，作者还简要地介绍了现代通信网的发展趋势。

本书适合通信部门的领导干部、管理人员及职工阅读参考。

通信技术业务知识丛书

通 信 网 路

害谷欣 编著

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1981年12月 第 一 版

印张：1 28/32 页数：30 1981年12月河北第一次印刷

字数：41 千字 印数：1—3,700 册

统一书号：15045·总2561—有5236

定价：0.17 元

出版说明

1978年全国科学大会发出“广泛地普及科学文化知识，提高全民族的科学文化水平”的号召后，全国各地的通信部门都积极开展了学习技术业务的活动。我们出版《通信技术业务知识丛书》的目的，就是为了帮助通信部门的领导干部和广大职工学习通信技术业务知识，为早日实现四个现代化服务。

这套科学普及读物，大部分取材于各通信单位的技术业务讲座。考虑到通信部门领导干部和职工的工作需要，在内容上，除与一般科普读物一样，着重讲解一般原理概念，力求通俗易懂，深入浅出外，并适当地对所介绍的某些通信技术进行技术与经济上的分析和介绍国外的发展概况。

一九八一年三月

目 录

一、概述	(1)
1.1 什么是通信网路?	(1)
1.2 通信网路是怎样组成的?	(4)
二、通信网路组织	(8)
2.1 通信网路的三种基本构成形式	(9)
2.2 国家通信网的组织原则	(14)
2.3 我国的长途通信网	(21)
2.4 我国的农村通信网	(24)
三、传输衰耗分配	(27)
3.1 什么是传输衰耗?	(27)
3.2 传输衰耗用什么单位来衡量?	(28)
3.3 为什么要规定传输衰耗分配标准?	(29)
3.4 我国的传输衰耗分配标准	(31)
3.5 怎样保证长途直达电路的衰耗符合标准?	(36)
3.6 怎样保证长途转接电路的衰耗符合标准?	(38)
四、现代通信网	(43)
4.1 网路结构形式的变革	(43)
4.2 传输信道向大容量方向发展	(47)
4.3 基干路由和高效路由	(51)
4.4 数据通信网和通信网的数字化	(53)

一、概 述

我们伟大的祖国，地区辽阔、幅员广大，通信事业的发展与国家的政治、经济、国防、科学、文化的发展以及广大人民群众通信需要关系十分密切。特别是在实现我国四个现代化的新长征中，通信的现代化作用更为明显。

不论电报、电话、传真图片、数据等等，都要通过通信网来传送，通信网的组织是否合理，不但影响到通信质量，也关系到通信网建设投资的多少，因此它就成为通信建设中的一个重要的问题。

怎样才能多、快、好、省地建设起我国的通信网，这个问题涉及多个领域十分复杂，它实际上包括了对整个电信系统的研究，在这本小册子中不可能全面述及，只能就通信网路建设问题的两个方面（即通信网路的构成和通信网的衰耗分配）作一些简单的通俗的介绍，供通信企业的管理干部、计划工作人员和初级电信技术人员参考。

1.1 什么是通信网路？

什么是通信网路？为了说明这个问题，我们先从信息的传递说起。我们知道在任何时代，任何社会，任何环境，人们为了生活、生产等方面的需要，都必需相互了解情况，互通情报、交换消息、讲话就是人与人之间一种最简单的互通信息的方式。讲话时，发话人是信息的来源，可以叫做“信源”，发

话人讲话时引起空气的振动形成声波传播到对方。声音在空气中传播的道路，可以叫做“信道”，声波经过信道到达对方听话人的耳朵，信息有了归宿，可以叫做“信宿”（如图1-1），有了信源、信道和信宿就构成了一个最简单的通信过程。但是人类讲话的声音，即使大声呼喊，也不可能传播得很远。所以，在古代人们就已经在设法扩大声音的传播距离，例如把双手放在嘴边形成喇叭状，或用竹筒等做成喇叭状的传声筒，把声音集中向某一方向，就能使声音喊得远一些。在近代也有类似的例子，如旧式的轮船上的舵手室和轮机舱之间的传声管，也是利用集中声波的办法来延长声音传播的距离的，这种传声管当然也可以算作一种“信道”，它也使通信距离有了一些增长。

又如古代我国长城上的烽火台，也算是一种通信方式。它用光来传送消息，火光就是“信源”，空间就是“信道”。但上述几种古老的通信方法，毕竟都要受到一定条件的限制，通信距离和速度都是有限的。随着科学技术的发展，人们开始研究利用电的技术来进行通信。十九世纪，人们先后发明了电报和电话。这两种通信的基本方式是一方把信源发出的声音或文字，通过电报机或电话机等设备转变为电信号，然后通过传输线路，也就是“信道”，将电信号传送至对方。电信号到达对方后再通过电报机或电话机等设备，还原为声音或文字到达信宿。像这样的通信方法，我们称之为“电信通信”。

电信通信不仅大大打破了通信空间距离的限制，而且随着电子技术的迅速发展，还大大提高了信息传递的速度和效率，大大地扩展了信道的容量，电信通信的业务范围也不仅仅限于传送电报、电话，已经可以传送数据、图表、相片、活动图象（如电视）等多种信息。在现代的大容量电缆载波和微波接力

系统中，已经不仅仅是一对人或几十对人同时讲话，而是几千对人或成万对人可以同时在一个大容量的信道中通电话，而且保证声音清晰，不互相干扰。

我们可以看到，尽管有各种各样的通信方式，但它必然构成“信源→信道→信宿”这样的通信的基本方式，也就是组成通信网路的基本单元。

说得具体一点，就是将某一地点的各种各样的信源所发出的信息，如文字、声音、图表、数据、活动图象等，通过与之相适应的终端设备，如话机、电传打字电报机、传真机、电视摄象机等把它变成各种电的信号如电脉冲、电磁波、光波、……等等。然后通过架空明线、通信电缆、微波中继、通信卫星等信道把这些电信号传送到另一地点。再通过相应的终端设备把信号还原为信息而送达信宿，完成了通信。这种两点间通信的基本单元如图1-1所示。

我们可以进一步将图1-1简化为二点一线的单元，如图1-2所示。

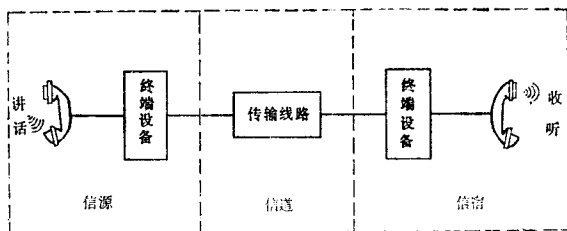


图 1—1



图 1—2

但是在实际的通信中，无论长途或市内、国际或国内、全国或地区、电话或电报、有线或无线，在绝大多数的情况下，都不仅仅为了解决两点之间的通信问题，而是要解决多点之间的互通信息问题，于是就出现了“通信网路”。

1.2 通信网路是怎样组成的？

通信网路是怎样组成的？我们研究它的目的是什么？为了弄清楚这些问题，我们先来分析一两个通信网路组织的例子。

假设某一地区有1、2、3、4、5、6、7、8、9、10，十个地点（如图1-3）。其中“1”是该地区的政治、经济、文化中心，人口较为集中，又是该地区的交通枢纽。根据调查，这10个地点相互之间都需要能通电话、电报或其它通信业务。那末用什么方法，把这个地区的十个地点用“信道”（例如用通信线路），把它们互相联系起来呢？我们可能会想到，只要把每两点之间都用直达电路连接起来（如图1-4）不

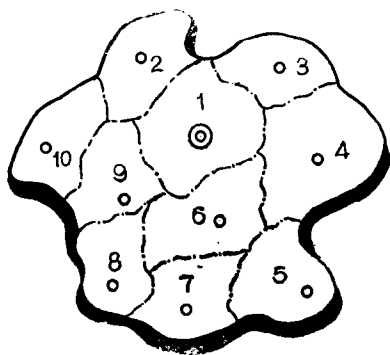


图 1—3

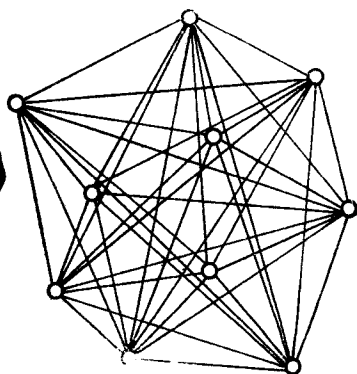


图 1—4

是就都能相互通话或通报了吗？

是的，这样做是可以的，它实际上就组成了沟通这十个地点的一个通信网路。在这个通信网路中，每个地点都有 9 条直达信道通向除它自己之外的 9 个地点，因此任何一个地点都可以直接与网内除它之外的任一地点进行通信联系而不需要转接。显然，在这样的通信网中，通信是迅速方便，而又安全可靠的。因为，在这样的通信网内，任一地点与另一地点间都有直达电路，而且某一方向的通信线路发生故障，仍然可以通过相邻的点来迂回转接。这样的通信网路当然是很理想的。但是，像这样的通信网也存在一些缺点，因为在一个地区中总有一个地点(例如图中的“1”)人口比较集中，又是一个经济、政治、文化、交通的中心。例如，按照我国目前的行政区划分，在一地区总有一个地方是该级人民政府所在地，其他各地点则是一些人口较少的县城。县城与县城之间的通信联系一般都比较少，而每个县城与本地区的人民政府或地委之间的通信联系往往要密切得多。这样我们必然会发现，按照图1-4组成的通信网路，有的信道，通信繁忙，业务量很大，信道的利用率很高；而有的信道（例如图1-4中的通信点“7”和“3”之间的信道）由于它所连接的两个县城并不相邻，互相之间的关系也较少，因而通信业务量就很少，信道的利用率非常低，浪费严重。这就促使我们想到，除了上述网路组织的方法外，有没有其他方法，可使各地点间既可以互相通信，而信道的数量又可以大量减少呢？

我们再来看图1-3，如果我们经过调查发现，各县城（如 2、3、4……等）的通信大部分是和通信点“1”沟通的，而在 2、3、4……等各通信点相互间虽然也有互通信息的需要，但是在数量上与前者相比，就是很小的了。于是，我们在

组织通信网路时，就可以在一个地区的适当地点，建立一个通信中心（例如通信点“1”），使2、3、4……等各通信点都与通信点“1”建立一条直通信道，则组成如图1-5的通信网路。

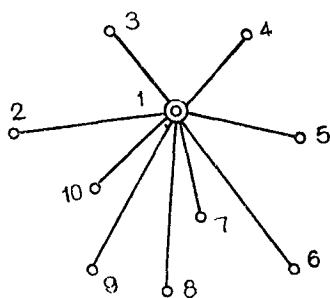


图 1-5

在这样的通信网中，当2、3、4、5……各通信点的通信主要是通向通信点“1”时，它的效果和图1-4的网路是一样的。如果2、3、4、5……各点之间需要相互通信时，我们可以在通信点“1”加装一些转接设备（例如电话交换机）。这样，在通信点

“1”经过一次转接以后，2、3、4、5……各通信点之间也可以互相通信了。

现在让我们来比较一下这两种通信网路的信道总数，如图1-4的网路，它联通10个地点需要45个信道，可是如图1-5的网路，同样是联通10个地点却只需要9个信道，很明显后一种网路在建设时投资省，收效快这是它的优点。但是它有没有缺点呢？一眼可以看出，这种通信网路，由于增加了一次接转，不但要在通信点“1”需要增加交换设备增加投资，而且经过接转必然会使接通的时间加长也就是接通更慢了。除此之外，它在安全可靠方面还有很大的弱点，因为除通信点“1”外，其他任何地点，都只有一个通向通信点“1”的通信信道，万一这个唯一的信道，一旦由于战争、自然灾害或人为的事故而阻断，该点对外通信就全部阻断了。可见通信网路采用什么样的形式关系很大。

再说通信网路所服务的地区有大有小，就以长途电话网路为例，小者一个地区构成一个通信网，大者为整个国家组成一个通信网，甚至再扩大为世界通信网，在通信网中各个地点在互相通信时，距离有远有近，近的几十公里，远的可能达到几千公里上万公里，我们又怎样才能使得通信网路内任何二个地点之间通电话时都能听得同样清楚和满意呢？这个问题也必需在组织通信网时予以事先规划考虑。

总之，我们在规划和建设通信网时，要求能作到建设投资省，建成后又能迅速、准确、安全、可靠地完成通信任务，这些都是我们研究的目的。

二、通信网路组织

通信网的种类很多，有各种不同的分类方法。譬如说，按照通信网的业务种类来分类，就可以分为电话网、电报网、图象网（包括传真网，电视通信网）、数据网、综合通信网等。如果按通信网的规模大小来分类，可分为国际网、国家网（也叫国家干线网）、地区网、长途网、市话网、农村通信网、机关厂矿内部网等。也可以按服务对象来进行分类，分为专用网、公众通信网、军用通信网等。有时根据通信网传输信道的技术方式来分类，可以分为有线网、无线网、微波网、电缆网等等。当然还可以按照通信网路的组织形式来分类，其中常用的有星形网、网形网、混合网；新发展起来的还有链形网、环形网、格栅形网、立体网等等。对于这些通信网的解释，在后面还要作介绍。

实际上，各个通信网几乎都不可能始终保持最初研究定下来的通信网路组织形式，使用多年而毫无变化。世界各国大多是随着服务对象、规模、性质等因素的变化，而调整和发展它的通信网的。因而通信网路就往往会由这一类演变发展成另一类。例如电话通信网可能变成数据通信网或综合通信网；星形网（如图1-5）有可能逐步演变成网形网（如图1-4）。同一类型的通信网，由于服务对象不同，网路的组织原则，也有很大区别。例如同样是电话通信网，如果是公众电话网，往往侧重于考虑网路建设的经济性方面，例如怎样提高传输电路的充分利用等等；而军用电话网或专用网等却必须着重研究网路组织的

安全可靠方面，例如多设路由，尽量减少接转次数等等。

2.1 通信网路的三种基本构成形式

一般网路的构成形式大体上有以下几种，如图2-1。

一个多世纪以来，世界各国在组织通信网的实践中，通过实践—认识—再实践—再认识的过程，不断总结提高，从而大体上弄清楚了这些网路的性能、特点和业务处理能力。

图2-1的(a)及(b)，是通信网路组织中最常用的网路，(a)叫星形网，(b)叫网形网。我们在一开始谈到通信网是如何组成的时候，实际上已经初步对这两种网的构成形式进行了说明，现在让我们进一步对它作一些介绍。

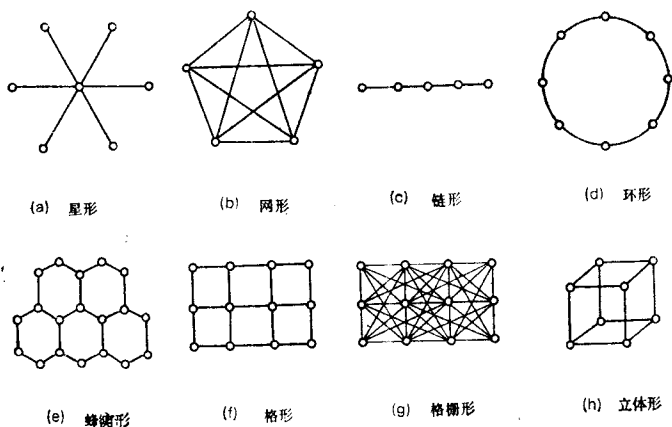


图 2—1

1. 星形电路网

也叫辐射形电路网或汇接电路网。这种网路适合用在各交

换局或通信点相互之间的业务量比较少，而各个通信点又分布得较为分散的地区。在这种情况下，我们可以选择其中一个业务量较为集中，位置又较为适中的局，作为中心交换局，使其起到汇接交换的功能。例如第一章中的图1-5。在这种网路中通信电路的利用率比较高，特别是在地区辽阔，通信点分散，建设传输线路所需的费用比交换设备费用高的地区采用这种星形电路网可以节省很多建设投资。一般国家的长途电话网、骨干电路网大多采用星形网。各国又根据国土的大小，将各个通信分成若干等级中心，各级都构成星形网，然后逐级叠接，组成多级制的分级星形电路网，如图2-2(a)。为了使读者对分级星形网（或分级汇接网）有更清楚的概念，图2-2(a)的分级网，可以绘成2-2(b)的立体形式的分级星形网透视图，二者表示的方法不同实际上是一样的。

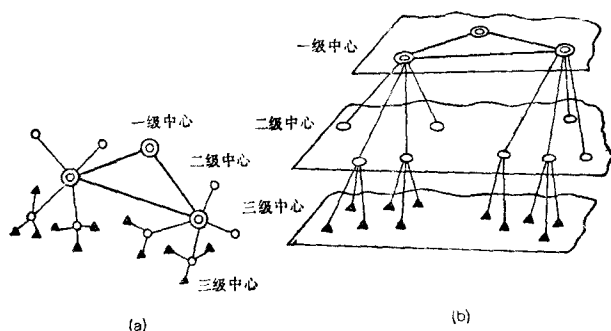


图 2-2

2. 网形电路网

我们从图2-1(b)中可以看到，在网形电路网中每个交换局或通信点相互之间各自都有通信电路直达接通，因而每局的

出局电路都很多。当某两局之间的通信业务量不大时，这个方向的电路的利用率就很低。而且，这种电路网与星形网相比，在实际建设传输线路时，投资要大得多，当通信点很多时建立网形电路网就几乎是不可能的了。但是网形网的优点也很多，它的电路都是直达的，不需要像星形网那样的集中转接，所以交换设备所需投资就节省了；再者由于在这种网路中每个通信点都具有多个方向的电路，实现了网路的多路由化，因而增强了网路的灵活性和可靠性。网形电路网一般适用于许多交换局集中的较小地区，因为，在这种情况下交换设备的投资相对说比传输线路的投资高。现代市内电话网的主体网路（也就是我们习惯上叫做各市话分局之间的中继电路网的）一般均由网形网组成。

长途通信网，虽然通信距离长、地区大、通信点分散，但是在现代通信中，特别是在通信相当发达的国家，以星形网为基础的长途网，已经有向网形网发展的趋势。

网形网和星形网，是通信网路构成形式中最基本，也是最常用的组织形式，这两种网路在主要的优缺点上，也是互有短长的，能否将这二种网路的优缺点，互相取长补短，求得比较理想的网路呢？

我们先从建立网路所需的电路数来看，仍以图1-3所示的地区为例，设有10个通信点，用网形网组织时如图1-4。需要的直达电路为45条，相比之下图1-5的星形网则只需要9条。从这个例子来看星形网的电路数只是网形网电路数的 $\frac{1}{5}$ 。那末如果某一地区的通信点不是10个而是更多，情况又怎样呢？譬如说某地区有20个通信点，通信点较前虽只增加一倍，但建成网形网路所需的电路数却多达190条，如用星形网组织则只需电路19条就够了，也就是说在有20个局、点的通信网内，星形网

所需电路数只是网形网电路数的 $\frac{1}{10}$ 。这两种网路的电路数与通信点点数之间究竟有什么关系？

我们可以利用数学上计算组合的公式来计算网路的电路数。例如有 N 个通信点，在 N 个点之中；任意取二点联结一条线（实际上就是网形网的形式），则可以联结的线数为 $C_2^N = \frac{N(N-1)}{2}$ 。也就是有 N 个通信点的网形网实有电路数 $= \frac{N(N-1)}{2}$ 条。

星形网所需电路数不需推导，即可知道 N 个通信点的星形网的实有电路是 $N-1$ 条。从这两个简单公式中可以看出，随着通信地区的扩大，通信点数量的增长，网形网电路数增长极快，而星形网路电路数的增长则是有限的。这可以从图2-3所示两种网路电路增加情况的比较曲线中，很形象地表示出来。所以星形网与网形网比较，星形网的主要优点是投资省，建设快，通信点越多这个优点越明显，但可靠性及灵活性差则是星形网的主要弱点。所以经过一个多世纪建立各种通信网的实践，最后大多数是取长补短采用了上述两种网路的混合形式，也就是混合通信网。

3. 混合形电路网

混合形网路，是综合星形网和网形网的主要优点，混合组成的通信网路。为了便于理解，仍以图1-3中的地区为例，但用图2-4的办法把1、2、3、4、5、……等通信点联结起来。我们可以看到，在中心地区，除通信点“1”作为一个通信中心外，通信点“7”和“10”，也作为一个小的通信中心，与其附近的6、8、9、2等点建立直达电路。1、7、10三个中心之间有直达电路互相沟通，同时在外围的各相邻点之间又