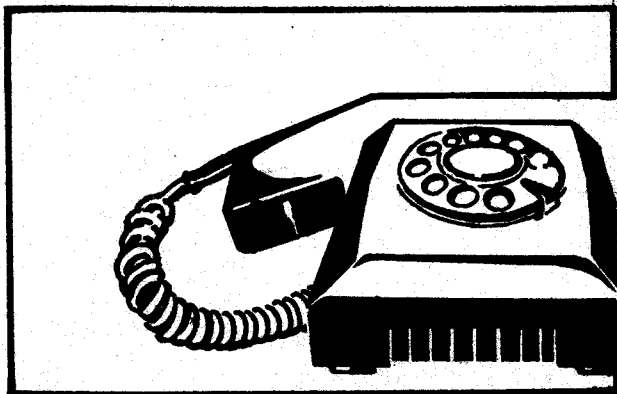
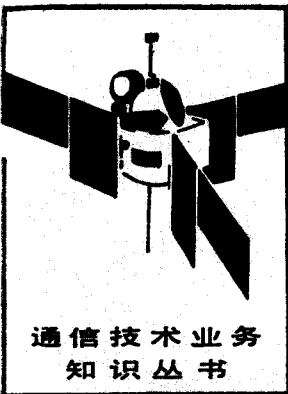
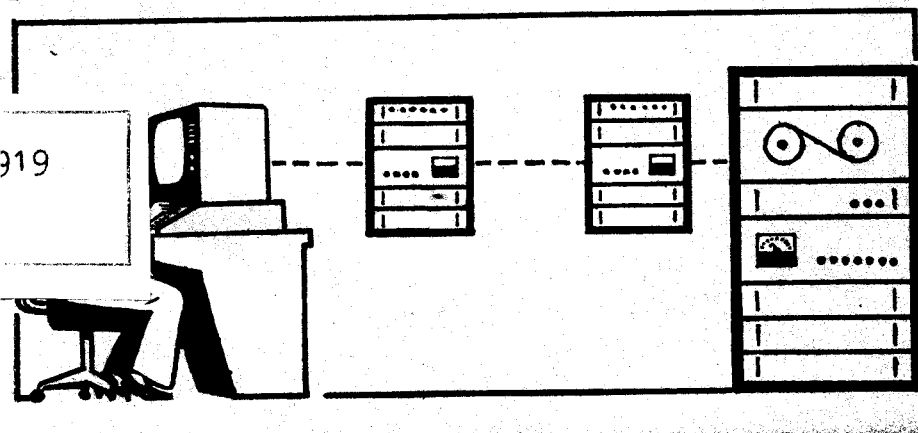


杨谷良 海文学 编著
人民邮电出版社



内 容 提 要

本书是一本介绍数据通信的通俗读物。简单介绍了数据通信的概念及其应用、数据通信系统（数据通信线路、传输设备、终端设备和数据处理设备）以及公用数据通信网等。本书可供通信部门的领导干部、管理人员工程技术人员，工人以及通信爱好者阅读。

通信技术业务知识丛书

数 据 通 信

杨谷良 海文学 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 1983年9月第一版

印张：2 4/32 页数：34 1983年9月河北第一次印刷

字数：47 千字 印数：1—8,000 册

统一书号：15045·总2747—有5310

定 价：0.24 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。为了帮助通信部门的领导干部和广大职工学习邮电通信的技术业务知识，更好地为早日实现四个现代化服务，我们正在陆续出版一套《通信技术业务知识》的科学普及读物。

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一些技术与经济上的分析和介绍国外的发展概况。

本书对数据通信领域内的一些主要内容做了叙述，但每一部分都是最基本的问题，其目的在于使读者有一个数据通信的轮廓。

一九八二年八月

目 录

一、概述	(1)
1. 什么是数据.....	(1)
2. 数据的处理.....	(1)
3. 数据处理的过程.....	(2)
4. 数据通信的诞生.....	(3)
5. 什么是数据通信.....	(4)
二、数据通信系统的组成	(7)
1. 数据终端设备—数据通信系统的“感觉器官”... (8)	
2. 数据传输设备—数据通信系统的“神经” (9)	
3. 数据处理设备—数据通信系统的“大脑” (26)	
三、数据通信系统的工作举例——人、机对话	(29)
四、数据通信网的演变	(33)
1. 集中式数据通信系统.....	(33)
2. 分布式数据通信系统.....	(36)
3. 数据通信网.....	(39)
五、公用数据网概述	(46)
1. 建立公用数据网的好处.....	(46)
2. 如何选择公用数据网的交换方式.....	(48)
3. 分组交换公用数据网.....	(51)
附：数据通信技术中常用名词、术语解释	(57)

一、概 述

数据通信是继电报、电话通信之后的又一种新的通信业务，它与电报、电话通信有相似之处，都是完成一定距离传送信息的任务。电话通信是传送人的话音，电报通信是传送含有一定意义的报文，而数据通信则是传送含有一定意义的“数据”。但是，数据通信与电报、电话通信还有明显的区别。

1. 什么是数据

“数据”对每一个人来说并不陌生，在社会生活的各个领域，如工业、农业、科学研究、教育、政府等部门，人们几乎天天都要和它打交道。一般来说，所谓数据就是人类在社会活动中，产生出来的字母、数字、符号等等。例如：炼钢测出的炉温，用心电图记录仪器测出的病人心脏活动规律的参数；银行的帐目统计；国民各经济部门的各类统计报表；铁路、民航系统的售票、订座业务；科研机关的各种实验数据和参数等等都是作为数据的形式出现的。由于存储和处理数据主要是用计算机来完成的，所以也有人提出，能够输入到计算机（包括其外围设备）并由计算机进行运算处理的数字、字母和符号等均称为数据。

2. 数据的处理

在人类社会活动中，产生出来的数据都需要进行计算、分

析、研究，也就是说需要进行处理。例如：测得的炼钢炉温要经过计算、分析和研究后，再提出是否要给炼钢炉升温或是降温。农业生产数字必须进行计算，只有分析比较后，才能根据这些数字的分析结果提出下一年度的农业生产计划等等。那么，用什么来处理数据呢？在科学技术不发达时，这些工作是靠人工进行的，但是在科学技术高度发展的今天，我们可以用电子计算机代替人工进行数据处理。现在工业发达的国家，几乎所有的数据都是由计算机自动处理的。

3. 数据处理的过程

前面我们已经谈过，社会生活中产生的字母、数字、符号统称为数据。这种形式的数据叫做原始数据。如果把这些原始数据直接送给计算机，计算机是不能接受的。因为，计算机只能识别二进制数的“0”或“1”。所以，在把由英文字母A、B……，十进制数字1、2、3……以及常用的标点符号“，”、“。”、“？”等组成的原始数据送进计算机处理之前需要进行变换，即把原始数据都变换成由二进制数“0”和“1”组成的代码。具有这种转换功能的设备就叫做数据终端。例如，大家熟悉的电传打字机就是一种简单的终端。数据终端在数据通信中的作用，就象电话机在通信中的作用一样，需要由数据终端的操作员使用终端将数据转换成“0”或“1”数字流的电信号，直接送给计算机进行处理，计算机把运算、处理的结果送给终端，终端再把“0”或“1”的数字流转换成原始数据的形式。这种过程类似两人的谈话，所以也称这种工作方式为“人一机”对话。这种工作方式的特点是数据能及时得到处理，操作员也能及时得到处理结果。另一种工作

方式是由终端把待处理的数据以二进制码的形式，用纸带穿孔机在纸带上穿孔，一旦需要，计算机空闲时，即可由纸带阅读器将穿孔纸带转换成“0”、“1”数字流的电信号送入计算机进行处理。

4. 数据通信的诞生

数据通信的诞生与计算机有着极为密切的关系。最初的计算机仅仅是作为一台孤立的计算工具使用，人们想要使用计算机时，待处理的数据必须从数据产生的地方（数据源）由人带到计算机房去。如果当地没有计算机，那就还要千里迢迢地乘火车、坐飞机把要处理的数据或要计算的题目带到有计算机的地方去。然后还要千里迢迢地将计算、处理的结果带回去。本来计算机处理数据的时间仅仅是几秒钟、几分钟，最多个把小时，而在来往的旅途上却耗费了大量宝贵的时间。由数据源、运送数据和数据处理中心三部分组成的系统，我们称它为“早期数据处理系统”。很明显这种早期系统的工作效率是很低的。因为，运送数据的过程耗费的时间太长。

能不能缩短数据运送的时间呢？人们首先想到利用通信线路传送数据。那么，数据源的数据是否能够通过现有的通信线路送到数据处理中心呢？在六十年代初这一愿望实现了。人们首先利用电话线路传递数据。目前，数据已可以在任何形式的通信信道上传输，如微波信道、通信卫星信道、光纤通信信道等等。我们把这种系统叫做“远程数据处理系统”。显然，“远程数据处理系统”的效率要比“早期数据处理系统”高得多，而且数据的处理不再受时间和空间上的限制。就这样，一种新的通信技术—数据通信就诞生了。它是计算机技术与通信技术相

结合的产物，通信与计算机就这样成为不可分离的伙伴。

5. 什么是数据通信

从上面所谈到的，我们认为：数据通信就是操作员使用终端设备，通过线路与远端的计算机交换信息的过程；或者是两部计算机之间交换信息的过程。就其传送信息这一点来说，数据通信与传统的电报、电话通信并没有明显的区别，也就是说所有的通信方式都是以互换信息为己任的。但是，它与电报、电话通信仍有区别。主要的有以下三点：

(1) 通信对象不同：

在电报、电话通信中，通信的双方都是人，即所谓人—人之间的通信；而数据通信是人与机器或机器与机器之间的通信，即所谓人—机或机—机之间的通信。

(2) 通信内容不同：

在电报、电话通信中，电话通信所传输信息的内容是连续的话音，电报通信传输含有某种意义的报文；而在数据通信中，传输的则是数据——一系列的字母、数字、符号等等。

(3) 对传输差错的要求不同：

在电报、电话通信中，通信双方都是人，所以信息在传输过程中造成的差错，人是容易理解、判断并加以纠正的。例如，两人打电话，若有一两个字听不清楚，可以要求对方再讲一次或者根据谈话的内容加以推测，所以对差错的要求比较低。电报通信也有些类似，报务员发现报文的内容有错时，可根据报文的意思进行判断，并加以纠正。因此，相对数据通信来讲电报对错码的要求也不高，一般允许传输一千个码产生一个差错（即误码率低于 10^{-3} ），不必采取什么特殊的差错控制

措施。

数据通信的对象是计算机，它是依靠进来的“0”、“1”码子动作的。若因传输差错而使原来的“0”变“1”或“1”变“0”，将会引起计算机的错误动作。因此，在数据通信中，误码率的要求和电报通信相比要严格得多。例如，在电话线路上传输低速率的数据时，要求每传输十万个码子，允许产生一个差错（即误码率低于 10^{-6} ）。所以在数据通信中，需要采取差错控制措施，以保证传输质量。

再者，由于数据通信的双方至少有一方是机器，因而这种通信方式在传输、交换、处理设备的性能要求方面以及通信规程、网络设计等方面都与电报、电话通信有所不同，有它自己的特点。

对于数字通信与数据通信之区别，我们认为：数字通信严格来说应称为数字传输，这是因为实质上它仅仅为各种通信业务（电报、电话、数据、传真等）提供了一种相对于模拟传输（例如载波电话的传输）而言的另一种传输方式。图1是说明数字传输原理的简易方框图。由图中可以看出，尽管电话机、传真机等信息源发出的声音或图象是模拟（连续）信息，但在整个传输过程中信息的传送都是以数字形式进行的。因此，数字通信更确切点说叫数字传输，它本身是不能构成一种通信业务的。当电话采用数字信道传输时，就叫数字电话通信；当传

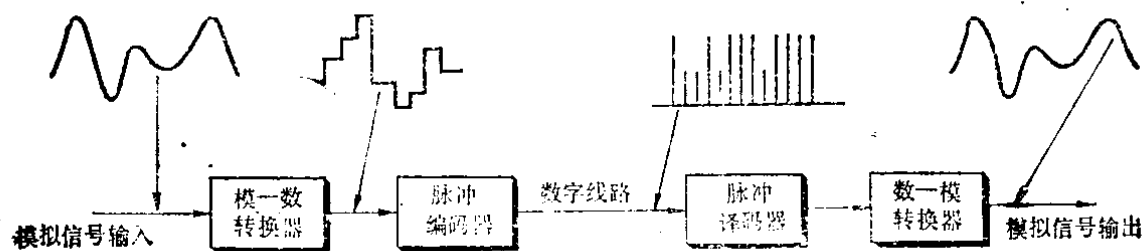


图 1 数字传输原理方框图及各点波形

真采用数字信道传输时，就叫数字传真通信；而当数据采用数字信道传输时就叫数字数据通信。换句话说，无论是在载波信道上传输数据还是在数字信道上传输数据，都是数据通信；不论在载波信道上还是在数字信道上传输电话，它仍然是电话通信。这就是数字通信与数据通信的主要区别。

二、数据通信系统的组成

一个数据通信系统是由哪些部分组成的？各部分的主要功能与相互关系是什么？这就是本节的主要内容。

构成一个数据通信系统有三个主要组成部分（见图 2）它们是：

- 数据终端设备
- 数据传输设备
- 数据处理设备

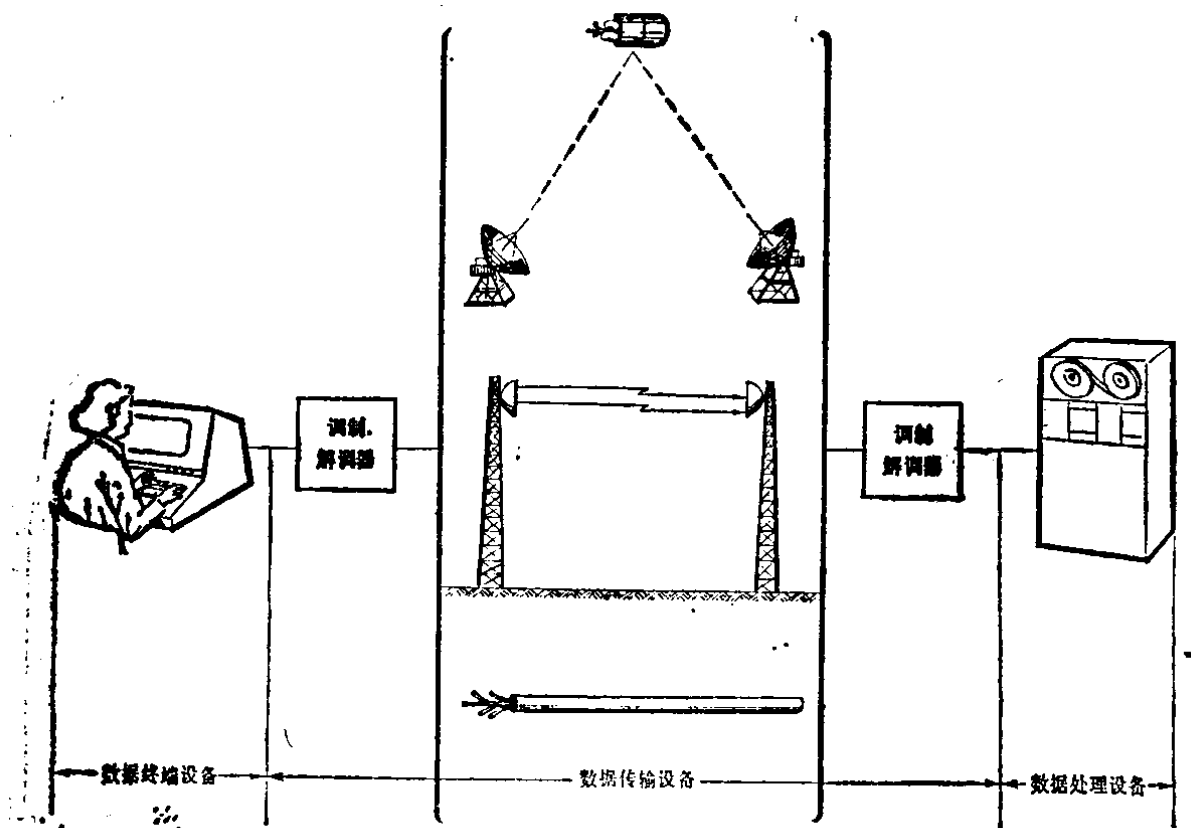


图 2 数据通信系统组成

数据终端设备好比人的眼睛、耳朵、鼻子等感觉器官，数据传输设备好比人的神经，数据处理设备好比人的大脑。感觉器官把外界传来的信息（光线、颜色、声音、气味）变成大脑能以理解的“码子”通过神经传送给大脑。大脑作出判断后，把决定通过神经传送给人体的某些器官。

1. 数据终端设备—数据通信系统的“感觉器官”

前面已经说过，数据通信是用户的数据通过通信线路传送到远端的计算机进行计算、处理，然后将计算处理结果送回到用户的过程。由于用户数据的形式多种多样，既有统计数字，又有代表某种含义的字母、符号等等，这些原始数据是不能直接送给计算机处理的，因为计算机处理数据的操作过程是以二进制数为基础的，也就是说不管用户数据是哪一种形式，计算机只能识别由二进制数“0”和“1”组成的代码。因此，必须要有一种设备能将用户不同类型的数据转换成计算机能够识别的二进制码。这种设备就叫终端设备。终端设备起到了用户操作员（人）与计算机（机器）之间打交道（对话）的桥梁作用，所以也可以把终端设备看作为人一机对话的媒介。即用户数据（数字、字母、符号等）通过终端设备转换成“0”、“1”代码送给计算机，计算机将处理结果（代表一定含义的二进制码）通过终端设备转换成用户所需要的数据（数字、字母、符号等）送给用户。

综上所述，所谓终端设备就是能发送数据、接收数据的设备。正如在电话通信中，电话机是它的终端设备，在电报通信

中，电报机是它的终端设备一样。

目前使用的终端设备类型五花八门，其分类方式也是各式各样。有按照用途分类的“通用终端”和“专用终端”；按复杂程度分类的“简单终端”和“智能终端”（小计算机）；按工作速率分类的“低速终端”、“中速终端”和“高速终端”以及按同步方式分类的“同步终端”和“异步终端”等等。

常用的发送数据的终端设备（亦称输入设备）有

- 卡片阅读机
- 磁带机
- 光字符阅读机
- 纸带阅读机

接收数据的终端设备（亦称输出设备）有

- 宽行打印机
- 卡片穿孔机
- 纸带穿孔机

既能发送又能接收数据的终端设备（亦称输入/输出设备）有

- 电传或键盘打字机
- 带键盘或光笔的可视显示终端
- 按钮电话

2. 数据传输设备—数据通信 系统的“神经”

数据传输设备可以说是一个数据通信系统的关键部分。因为衡量一个数据通信系统的两个主要指标—传输速率和传输差

错率都是由传输设备部分决定的。而且从建设投资来说，这部分的投资约占数据通信系统总投资的一半以上。

数据传输设备包括传输信道及数传机两部份。传输信道还可称传输线路，数传机又包括两部分，即调制解调器与传输控制器。

(1) 传输信道

用作传输数据的信道有：有线传输信道，如明线、对称电缆、同轴电缆等；无线传输信道，如微波、短波、中波、长波、电离层散射，以及人造卫星通信信道等。目前使用最多的是有线信道。无线信道多用于军事方面。当然地面站接收卫星发回的各种资料数据以及地面控制卫星的飞行等则用卫星通信信道。

表征传输信道质量的技术指标是信道速率和信道差错率。

· 信道速率

信道速率也叫信道容量，表示单位时间内最大能允许通过的信息量，一般用比特/秒表示，也可用 1 千比特/秒（1000 比特/秒）表示。信道速率类似于马路的交通流量，马路愈宽允许交通的流量也愈大。因此，信道速率与信道的带宽、噪声电平以及所传信号的电平（即信/噪比）有关。仙农氏从理论上研究解决了这一问题并确立了计算信道速率的著名的仙农公式：

$$C=W\log_2\left(1+\frac{S}{N}\right)$$

式中：

C —信道速率（比特/秒）

W —信道带宽（赫）

S —信号电平

N —信道固有的噪声电平

例如，普通的电话线路，其带宽为3000赫，若设信/噪比(S/N)为30分贝，则用该公式可算出这条电话信道最大允许的传输速率为：

$$\begin{aligned} C &= 3000 \times \log_2(1+1000) \\ &= 30000 \text{ 比特/秒} = 30 \text{ 千比/秒} \end{aligned}$$

仙农公式计算出的信道容量是理论上限值。由于白噪声、脉冲干扰以及线路间的干扰等，电话信道的容量是达不到这个数值的。实际上，电话交换线路（一个话路）上传输数据的速率只能达到2400比特/秒，若对线路采取某些措施则可升至4800比特/秒；一条电话专线上还可升至4800~9600比特/秒。有线与无线信道相比，有线信道比较稳定，无线信道因受电离层等影响，干扰因素较复杂，所以一般无线信道的传输速率低于有线信道的传输速率。

数据传输速率大致可划分为低、中、高三种速率，它们的大概范围是：

50~300比特/秒为低速

600~2400比特/秒为中速

4800~72000比特/秒为高速

我国即将开设的低速报路数据网就是提供50与300比特/秒的速率，进行数据与电报传输，终端一般使用电传机。

中速主要是在电话网上传输数据，如邮电部正在试验的电话网系统主要用以传输600~1200比特/秒速率的数据。主要使用的终端是字符显示器。

高速主要用在复用器与计算机、计算机与计算机之间连接的线路，特别是数据通信干线网中交换机之间的线路。

• 信道差错率

信道差错率也称信道误码率，就是收信端检测到错误信息（比特、字符或码组）的数目与发信端发出的信息（比特、字符或码组）总数之比。例如，信道误码率为 10^{-4} 表示发送的10000个比特的信息中，有一个比特的信息是错的。

信道差错率与信道速率一同作为表征信道质量的技术指标。那么，为什么信息在信道上传输会出现差错呢？首先是因为构成传输信道的传输线路（导线）本身的热噪声以及外来的脉冲干扰。例如，大城市内的电车火花干扰、打雷的干扰，还有采用交换线路时交换机旋转器发出的脉冲干扰等等都是造成错码的原因。另外一种原因就是传输速率超过信道允许的速率。例如，本来一个报路只能传50比特/秒的数据，你却用它来传输600比特/秒的数据，这样肯定会出现差错，这一点与在窄的马路上超速行驶必然会出事故一样。

前面已经说过，因数据通信是用“0”、“1”码表示的一些数字、字母、符号的传送，它们易于受到干扰而产生差错，而这些差错若不被机器发现时将会引起机器的误动作，所以数据通信对信道差错率的要求比电话、电报都高。一般对于电话信道来说，市话线的误码率应低于 10^{-3} ，长途线路应低于 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 。当然，不同用途的数据要求也不一样，如银行业务，就必须准确无误，一般为 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ ，而气象要求则较低， 10^{-4} 也就可以了。

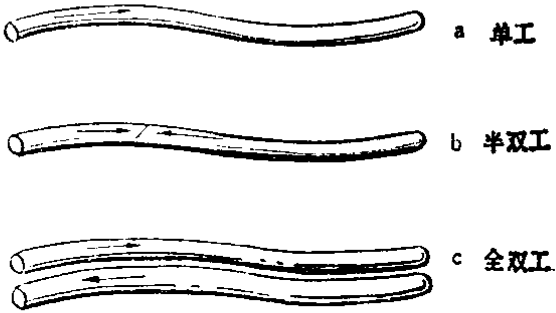
在传输信道这一部分除需了解上述信道速率和信道差错率之外，还应了解信道具有的传输方式。

• 信道传输方式

一单工、半双工与全双工

根据应用的不同，信道应能提供不同的传输方式。例如；

只用作数据收集的数据通信系统，信息仅是从用户终端向计算机中心一侧移动；在人—机对话业务中，要求两个方向都能发送、接收信息；多数的两个计算机通信中，不但要求两个方向都能发送，接收信息，而且还要收、发同时进行。这就要求传输信道提供不同的传输方式。



仅向一个方向发送数据的叫单工（图 3 a）

图 3 单工、半双工及全双工传输方式示意图

两个方向都能够发送数据，但两个方向又不能同时发送，而是一次只能向一个方向发送的叫半双工（图 3b）

能同时在两个方向发送数据的叫全双工（图 3 c）

通常，在数据通信中采用单工传输方式的比较少。这是因为数据通信中收信端要对接收到的数据进行差错校验，经校验后如发现数据有错时还要要求对方重发，而单工方式仅能在一个方向传输，不能完成差错控制信息的传送。传输数据时经常使用的是半双工与全双工方式。

一异步传输与同步传输

一列行进的队伍在“一、二、一”的口令声下，步调一致地整齐前进。倘若他们的步调不一致，那么这个队伍非乱了不行。同样，数据在传输过程中，要求发信端与收信端也必须步调一致，即同步。我们可用下面的例子说明数据在传输过程中为什么需要同步。在一个屋子里有许多人，老张与老王在不同的两个地方。老张有事情要告诉老王。首先他要喊老王的名字或敲敲桌子以引起老王的注意，这时老王回过头来望望老张问：“什么事”？然后准备听老张说话，于是两人就谈起来了