

数字通信浅谈

100101



IRANKEXUE XIAOCONGSHU

自然科学小丛书

北京出版社

自然科学小丛书

数字通信浅谈

钱 德 馨

编辑说明

《自然科学小丛书》是综合性科学普及读物，包括数学、物理、化学、天文、地学、生物、航空和无线电电子等学科。主要介绍这些学科的基础知识，以及现代科学技术成就。编写上力求深入浅出，通俗易懂，使它具有思想性、知识性和趣味性，可以作为中学的课外辅导读物，并适合具有初中文化水平的广大读者阅读。

自然科学小丛书

数字通信浅谈

钱德馨

*

北京出版社出版

(北京崇文门外东兴隆街 51 号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 2.25 印张 34,000 字

1984 年 4 月第 1 版

1984 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—6,500

书号：13071·157 定价：0.21 元

《自然科学小丛书》

编辑者：北京市科学技术协会

主 编：茅以升

副主编：高士其 徐剑平 鲁 刚

编 委：秦元勋 沈克琦 王 珪

李鉴澄 袁见齐 汪振儒

谢 础 吴佑寿 陈正仁

褚圣麟

无 线 电

分科编委：

吴佑寿 张家谋 冯子良

李承恕 张润泉 汪 雍

责任编辑：曹 超

封面设计：王瑞亭

书 号：13071·157

定 价： 0.21 元

《自然科学小丛书》部分书目

数学分科

谈勾股定理

三角形内角和等于 180° 吗?

物理分科

常见的圆周运动

原子核反应堆

超导体

能量的转化与守恒

奇妙的激光

牛顿定律古今谈

陀螺的妙用

波呢, 还是粒子?

化学分科

元素周期律

人造元素

放射性同位素的应用

酸和碱

稀土元素

溶液世界

原子结构

天文分科

银河系

太阳系

时间和历法

恒星世界

行星新探

高能天体的奥秘

地学分科

岩溶(喀斯特)

地震

磁和地磁

航海

沧海桑田话北京

海洋与人类

生物分科

化石

生物的进化

仿生学漫话

遗传与遗传工程

神奇的生物膜

生命的钥匙

航空分科

飞机为什么会飞

人造地球卫星

航空

无线电电子分科

电视

彩色电视

电子模拟计算机

电子数字计算机

有线广播

录音

激光通信

无线电波的故事

目 录

- 一 什么是数字通信 (1)
 - 从电话通信谈起(2) 最早的数字通信(4)
 - 慢速的数字通信(5) 现代的数字通信(7)
 - 数字通信的三个组成部分(12)
- 二 数字通信的特点 (14)
 - 抗干扰能力强(14) 保密性强(16) 自动发现
 - 和控制差错(17) 便于和电子计算机结合
 - (19)
- 三 数字信号的产生 (23)
 - 模拟信号与数字信号(23) 怎样实现信号的转
 - 换(27) 数字信号的复合(34)
- 四 数字信号传输特点 (40)
 - 数字信号能再生(40) 调制简单(42) 开发利
 - 用更高频段(46)
- 五 数字信号的交换 (49)
 - 交换的作用(49) 数字信号的两种交换方式

(51) 用电子计算机进行交换 (53)

六 数字通信与现代社会 (57)

电子计算机与数字通信(57) 电视电话(60) 数字传真 (62) 在光纤通信中 (64) 数字卫星通信 (65)

一 什么是数字通信

浩瀚无际的海洋，把世界五大洲分隔开。我们伟大的祖国屹立在亚洲的东方，无数的村庄、城镇星罗棋布，镶嵌在这块富饶的大地上。通信好象无形的铁路、飞机和轮船，作为联系的纽带，可以把我们的祖国联为一体，并且同世界各地联系起来，使“天涯”变成“比邻”。

现在，我们不出门，就可以向火车站或民航局询问车次或航次，订购车票或飞机票。工厂管理人员在控制室内就能够直接了解全厂的生产情况，直接指挥和调度生产。将来，当全国的电话、电视及数据传输全部联成网的时候，国家工作人员就不必再象今天这样长途跋涉去出席各种会议。大家各自坐在自己的办公桌前，就可以看到会议全景，听到别人的发言；利用墙上的彩色电视屏幕和其他设备，就能够交换意见并查阅各种文件和资料。到那时候，人们只要按一下电视机的按钮，就可以了解当天的主要新闻、天气预

报、文艺和体育节目，等等。而这一切之所以成为可能，都是和日益发展的一种现代通信技术——数字通信分不开的。

现代数字通信虽然只有二十几年的历史，但由于它抗干扰性强，易于保密，便于使用现代计算机技术对数字信号进行处理，其传输系统具有容易同光纤通信、卫星通信等新的传输系统配合等特性，因此，在现代通信中它正起着越来越重要的作用，得到越来越广泛的应用。利用数字通信可以开通电话、电报、传真等电信业务，也可以传输电视电话、彩色电视以及各种数据。数字通信不仅可以用于地面通信，而且还可以用于宇宙通信以及遥控、遥测等方面。数字通信将成为通信技术发展的一个重要方向，是现代社会的必不可少的一种通信工具。

从电话通信谈起

“铃……”电话铃响了，人们自然地拿起电话机来与对方交谈起来。你可曾想过电话机是怎样将声音在顷刻之间传到对方，对方的回答又是怎样被你听到的呢？

电话机的种类尽管五花八门，形形色色，但是它工作时，都离不开话筒和听筒。

话筒又叫送话器，它的主要部分是碳精盒，里面装有碳精砂，它们的直径只有零点几毫米。当对着话筒讲话时，由于声带的振动使膜片发生振动，连在膜片中央的一个电极也跟着振动，迫使碳精砂时紧时松，于是两个电极之间的电阻时大时小，因此，通过送话器的电流将模拟说话声音的变化而变化，成为话音电流。送话器能把声音变化转变成电的变化。

听筒又叫受话器，它是由永久磁铁、线圈、铁质振动膜片组成的。在送来的话音电流作用下，永久磁铁磁场忽弱忽强，使膜片随着话音电流变化而变化，发出声音被耳朵接收。受话器能把电的变化转变为声的变化。

电话是一种模拟式的通信方式，即用电流的变化来模拟声音的变化，表达原始的信息。目前一般用的电视，也是一种模拟式通信，由电视摄象机输出的电视信号，它的大小模拟着由被摄景物的反射光的强弱。模拟信号的形成比较简单、直观；但在传输过程中容易受到外界干扰发生畸变，从而降低通信质量。数字通信是与模拟通信不同的另一种通信方式。数字信号的传输、记录、处理都是数字（“0”和“1”）信号。数字信号抗干扰强、产生的畸变小，也容易消除，因而可以大大提高通信质量。

那么，数字通信是怎样发展起来的呢？

最早的数字通信

数字通信的历史可以追溯到遥远的古代。那时，人们为了传送敌人入侵的情报，每隔一定距离设置一个烽火台(如图1)。烽火台也可以说是世界上最早的

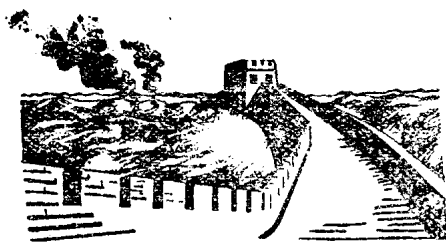


图1 烽火台通信

数字通信设置。按照人们的约定，烽火台点火是一种状态，意思是有敌人入侵；无火则是另一种状态，意思是

平安无事。用现代语言来说，这就是利用光信号来传送“1”和“0”两种符号。其中“1”表示“点火”，“0”表示“无火”。实际上，这就是最原始、最简单的数字通信。

类似的通信方式在现代也会经常遇到。比如，抗日战争中根据地使用的消息树；现在，在船上使用的灯语，指挥交通的红绿灯，铁路上使用的扬旗以及运动会上起跑时的鸣枪声，等等。

那么，什么是数字通信呢？概略地说，把需要传送的消息转化为简单的数字形式，用“0”和“1”

两种符号来传递各式各样信息的通信方式，就叫数字通信。

慢速的数字通信

电信领域内采用数字技术已有很长时间，数字通信的历史与电报的发展是联系在一起的。

1844年，美国人莫尔斯研制成功第一架电报机。莫尔斯原是一个美国艺术家，1832年，41岁的莫尔斯在“萨利”号邮客轮上用晚餐时，听到一个乘客对电磁铁新器件奇妙功能的生动讲演。科学的奥秘吸引了这位艺术家，从此他走上了科学发明的道路。经过十二年的努力，他终于试验成功了电报机。他的名字就和电报机连在一起了。

那么，莫尔斯电报是如何传递信息的呢？

在拍发电报时，电键将电路接通或断开。这时电流在线路上的波形如图2所示。

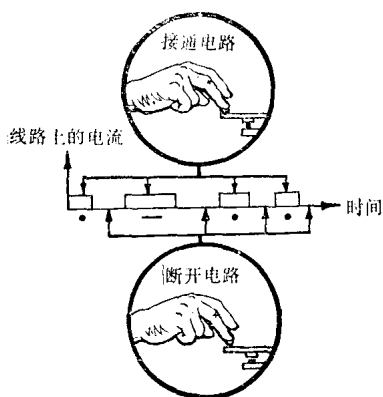


图2 莫尔斯电报

信息是以“点”和“划”的电码形式来传递的。

发一个“点”需 $\frac{1}{20}$ 秒，发一“划”时需 $\frac{3}{20}$ 秒。在这种情况下，电信号的状态只有两种：按键时有电流，不按键时无电流。有电流时称为传号，用数字“1”表示，无电流时叫空号，用数字“0”表示。一个“点”就用“1、0”来表示，一个“划”就用“1、1、1、0”来表示。莫尔斯电报将要传送的字母或数字用不同排列顺序的“点和划”来表示，这就是大家熟悉的莫尔斯电码。

莫尔斯电报机工作的实际速度很低，每秒不超过20个点信号。为了提高电报的拍发速度，目前普遍使用电传机。电传机的外形很象打字机，也有一个键盘。键盘上的每个字键对应一个字母、数字或标点符号，所以电传机又称电传打字机。进行通报时，收发双方各装一台电传机。报务员发报时，只要在键盘上按一个字键，对方的电传机便会自动的在收报纸上打印出相应的字符，而完全不用报务员去收听或抄写。例如，按下字键A，就可以自动送出“11000”的电码组合。对方电传机则根据收到的电码，自动控制打印键打出相应的字母A。使用电传机连续拍发，每分钟可达400个字符，大大提高了拍发报的速度。

可见，电报通信是一种以数字信号来传递信息的通信方式。由于电报通信的速率比较低，传递信息较

慢，有人称它为慢速的数字通信，以此来区别现代数字通信。

现代的数字通信

前面已经谈过，数字通信在生产、科研、国防和日常生活等人类社会活动的领域都起着越来越重要的作用，得到了越来越迅速的发展。

那么，数字通信是怎样传送各种各样信息的呢？

现代的数字通信的原理和烽火台通信的原理是一样的，也是利用“0”和“1”两种符号来传送数据、文字、声音、图像等信息。为了说明怎样用“0”和“1”传送信息，我们先从日常生活的计数方法谈起。

提到数，很自然会想到1、2、3……9、10。每数十个数，就向高一位进1。这是人们习惯的十进制计数。而在数字通信设备中，和电子计算机一样，采用的是二进制计数。

什么是二进制呢？它是“逢二进一”的计数制。二进制数中只有“0”和“1”两个代表数字的符号。二进制的数1就是最大的个位数。1加1等于2，但二进制数中没有2，只好逢二进一，变成“10”，这就相当于“二”。再加一是“三”，也就是“11”。四就是“100”；五就是“101”；六就是“1

1 0”；七就是“1 1 1”；八就是“1 0 0 0”；九就是“1 0 0 1”。你瞧！二进制光用“0”和“1”两个数码，就把1、2、3、4、5、6、7、8、9都表示出来了。当然再大的数（位数多的），也都能用“0”和“1”这两种符号表示出来。

显然，用二进制数表示不仅很不习惯，而且位数增多，书写和认读都很不方便。那么，数字通信设备中为什么要采用二进制数呢？这是因为二进制数具有下列主要优点：

第一，二进制的表示方法比较简单，在设备中容易实现。二进制的“0”和“1”两个数字符号正好对应电路的接通、断开；灯泡的亮、灭；电路中脉冲的有、无；电位的高、低；三极管的截止、导通等两种状态。例如，用有脉冲表示“1”，无脉冲表示

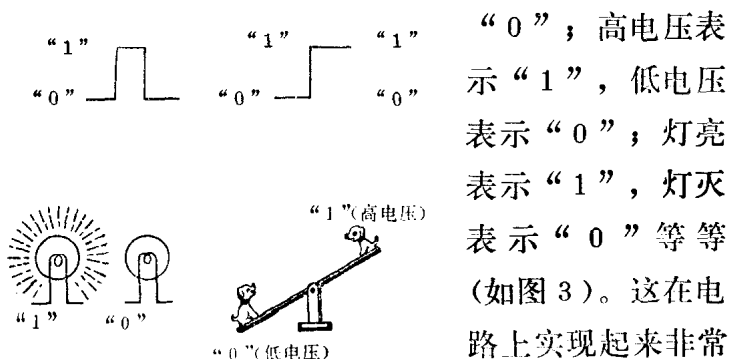


图3 二进制电路

“0”；高电压表示“1”，低电压表示“0”；灯亮表示“1”，灯灭表示“0”等等（如图3）。这在电路上实现起来非常方便。若要用十进

制数就需要有十种不同状态来表示 0 ~ 9 这十个符号，这在电路上是很难实现的。

第二，二进制数运算简单，利用电子计算机运算的速度很快，每秒钟可达几百万次，甚至近亿次，能够高速率的传递信息。

二进制数的英文缩写为“bit”，通常音译为“比特”。在数字通信中用“比特”作为信息量的度量单位。二进制数中的一位叫做一个码元，它的信息量就是 1 比特。如有 8 位二进制数“1 0 0 1 1 0 0 1”，它有 8 个码元，信息量就是 8 比特。

这里，从比特可以引伸出一种在数字通信中用来表征信息传输速率的单位，叫做比特率。它指每秒钟所传送的二进制码元数，单位是“比特/秒”。如果一台数据终端机每秒传送 4800 个码元，信息速率为 4800 比特/秒；每秒传送 9600 个码元，信息速率就是 9600 比特/秒。比特率越高，表示传输信息越快。

由上面介绍的二进制数的表示方法，推而广之，采用 0 和 1 两种数字符号也可以表示其他信息。

前面说的电报就是其中的一种，用“0”和“1”两种符号组成的“代码”（也称为电码）来传送信息。同样，电话传送的话音也可以用“0”和“1”两种符号，按照一定的规律排列组合成的“代码”来传送，

这叫做数字电话，也称为脉码通信。它是先将电话信号进行数字化处理，变成和电报信号相似的一串电码，然后把电码传送到对方（如图4）。对方收到电码后，把它还原为原来的电话信号，实现了传送信息的目的。这种用数字信号来传输语言的脉码技术，同样可以应用到电视和传真通信中去，出现了数字电视和数字传真。

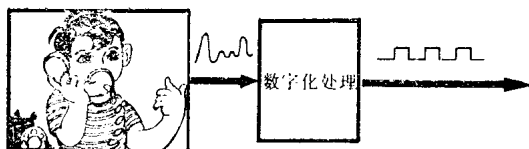


图4 脉码通信原理

脉码通信是一种比较理想的数字通信方式，目前正处在迅速发展和大力普及的过程中。它除了可以用

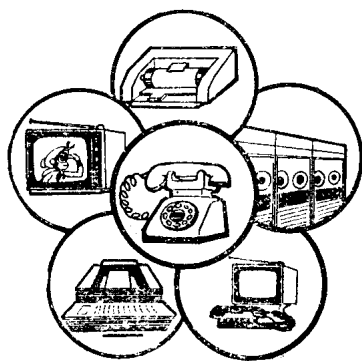


图5

数字方式传送电话、电视、传真、电视电话外，而且还可以把电报、数据这类数字信号通过脉码通信设备实现高速多路传输（如图5）。

另外，在电子计