

普通高等教育“十三五”规划教材

通信系统原理

TONG
XITON

袁丽娜 陈华君◎主编



电子科技大学出版社

扫码使用



夸克扫描王



◆◆通信系统原理

这里,信息源(简称信源)的作用是把待传输的消息转换成原始电信号,如电话系统中的电话机可看成是信源,信源输出的信号称为基带信号。所谓基带信号,是指没有经过调制(频率搬移)的原始信号,其特点是频率较低。基带信号可分为数字基带信号和模拟基带信号。为了使原始信号(基带信号)适合在信道中传输,由发送设备(发送设备是一个总体概念,它可能包括许多具体电路与系统)对基带信号进行某种变换或处理,使之适应信道的传输特性要求。信道是信号传输的通路,在信道中不可避免地会叠加上噪声。在接收端,从收到的信号中恢复出相应的原始信号。受信者(也称信宿或收终端)将复原的原始信号转换成相应的消息,如电话机将对方传来的电信号还原成了声音。在图1-2中,噪声源是信道中的所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合,这种表示并非指通信中一定要有一个噪声源,而是为了在分析和讨论问题时便于理解而人为设置的。

按照信道中传输信号的形式不同,通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统,为了进一步了解它们的组成,下面分别加以论述。

1.2.2 模拟通信系统

我们把信道中传输模拟信号的系统称为模拟通信系统。模拟通信系统的组成(通常也称为模型)可由一般通信系统的模型略加改变而成,如图1-3所示。

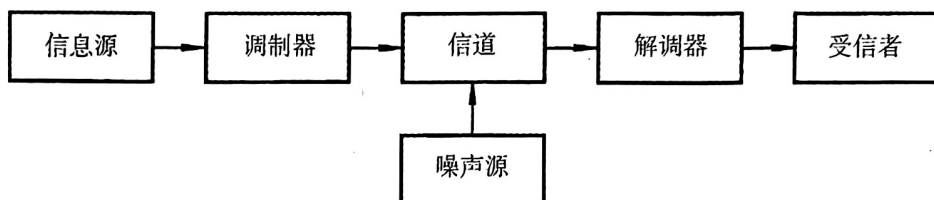


图1-3 模拟通信系统模型

对于模拟通信系统,它主要包含两种重要变换。一种是把连续消息转换成电信号(发端信息源完成)和把电信号恢复成最初的连续消息(收端受信者完成)。由信源输出的电信号(基带信号)具有频率较低的频谱分量,一般不能直接作为传输信号而送到信道中去。因此,模拟通信系统里常有第二种变换,即将基带信号转换(调制)成适合信道传输的信号,这一变换由调制器完成;在接收端同样需经相反的变换(解调),它由解调器完成。经过调制后的信号通常称为已调信号。已调信号有三个基本特性:一是携带有消息,二是适合在信道中传输,三是具有较高频率成分。

必须指出,从消息的发送到恢复,事实上并非仅有以上两种变换,通常在一个通信系统里可能还有滤波、放大、天线辐射与接收、控制等过程。对信号传输而言,由于上面两种变换对信号起着决定性作用,因而它是通信过程中的重要方面。而信号在其他过程中并没有发生质的变化,只不过是信号进行了放大和信号特性的改善,因此,我们认为这些过程都是理想的,而不去讨论它。

1.2.3 数字通信系统

信道中传输数字信号的系统称为数字通信系统。数字通信系统可进一步细分为数字频带传输通信系统、数字基带传输通信系统、模拟信号数字化传输通信系统。下面分别加以说明。



1. 数字频带传输通信系统

数字通信的基本特征是，它的消息或信号具有“离散”或“数字”的特性，从而使数字通信具有许多特殊的问题。例如，前面提到的第二种变换，在模拟通信中强调变换的线性特性，即强调已调参量与代表消息的模拟信号之间的比例特性，而在数字通信中则强调已调参量与代表消息的数字信号之间的一一对应关系。

另外，数字通信中还存在以下突出问题。第一，数字信号传输时，信道噪声或干扰所造成的差错，原则上是可以控制的。这是通过所谓的差错控制编码来实现的。于是，就需要在发送端增加一个编码器，而在接收端相应地需要一个解码器。第二，当需要实现保密通信时，可对数字基带信号进行“扰乱”（加密），此时在接收端就必须进行解密。第三，由于数字通信传输的是一个接一个按一定节拍传送的数字信号，因而接收端必须有一个与发送端相同的节拍，否则就会因收发步调不一致而造成混乱。另外，为了表述消息内容，基带信号都是按消息特征编组形成的码组，于是，在收发之间一组组的编码的规律也必须一致，否则接收时消息的真正内容将无法恢复。

在数字通信中，称节拍一致为“位同步”或“码元同步”，而称码组一致为“群同步”或“帧同步”，故数字通信中还必须有“同步”这个重要环节。

综上所述，点对点的数字频带传输通信系统模型一般如图1-4所示。图中，同步环节没有示意出，这是因为它的位置往往不是固定的，在此我们主要强调信号流程所经过的部分。

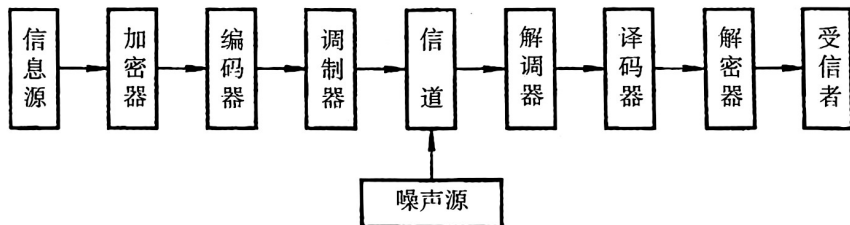


图1-4 点对点的数字频带传输通信系统模型

需要说明的是，图1-4中的调制器/解调器、加密器/解密器、编码器/译码器等环节在具体通信系统中是否全部采用，取决于具体设计的条件和要求。但在一个系统中，如果发送端有调制器/加密器/编码器，则接收端必须有解调器/解密器/译码器。通常，把带有调制器/解调器的数字通信系统称为数字频带传输通信系统。

2. 数字基带传输通信系统

与频带传输系统相对应，我们把没有调制器/解调器的数字通信系统称为数字基带传输通信系统，其模型如图1-5所示。

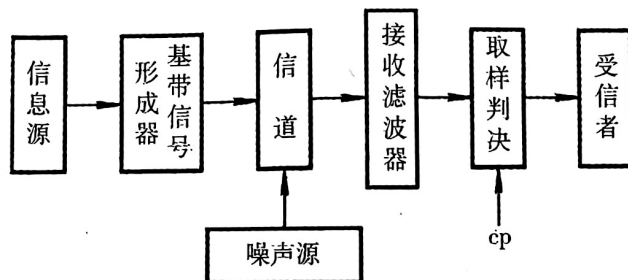


图1-5 数字基带传输通信系统模型



◆◆通信系统原理

在图 1-5 中,基带信号形成器可能包括编码器、加密器以及波形变换设备等,接收滤波器也可能包括译码器、解密器等。

3. 模拟信号数字化传输通信系统

上面论述的数字通信系统中,信源输出的信号均为数字基带信号。实际上,在日常生活中,大部分信号(如语音信号)为连续变化的模拟信号,要实现模拟信号在数字系统中的传输,则必须在发送端将模拟信号数字化,即进行 A/D 转换;在接收端需进行相反的转变,即 D/A 转换。实现模拟信号数字化传输的通信系统模型如图 1-6 所示。

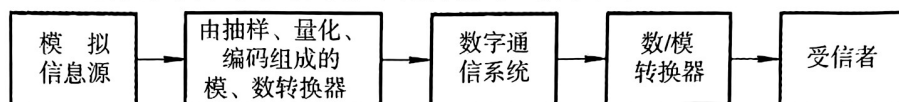


图 1-6 模拟信号数字化传输通信系统模型

1.2.4 数字通信的主要优缺点

数字通信的主要优缺点都是相对于模拟通信而言的。

1. 数字通信的主要优点

(1) 抗干扰、抗噪声性能好。在数字通信系统中,传输的是数字信号。以二进制为例,信号的取值只有两个,这样发送端传输的以及接收端需要接收和判决的电平也只有两个值:为“1”码时取值为 A,为“0”码时取值为 0。传输过程中由于信道噪声的影响,必然会使波形失真。在接收端恢复信号时,首先对其进行抽样判决,再确定是“1”码还是“0”码,并再生“1”“0”码的波形。因此,只要不影响判决的正确性,即使波形有失真也不会影响再生后的信号波形。而在模拟通信中,如果模拟信号叠加上噪声,即使噪声很小,也很难消除。

数字通信的抗噪声性能好还表现在微波中继(接力)通信时,它可以消除噪声积累。这是因为数字信号在每次再生后,只要不发生错码,它仍然像信源中发出的信号一样,没有噪声叠加在上面。因此,中继站再多,数字通信仍具有良好的通信质量。而模拟通信中继时,只能增加信号能量(对信号放大),不能消除噪声。

(2) 差错可控。数字信号在传输过程中出现的错误(差错),可通过纠错编码技术来控制。

(3) 易加密。数字信号与模拟信号相比,它容易加密和解密。因此,数字通信的保密性好。

(4) 易于与现代技术相结合。由于计算机、数字存储、数字交换以及数字处理等现代技术飞速发展,许多设备、终端接口均采用数字信号,因此极易与数字通信系统相连接。正因为如此,数字通信才得以高速发展。

2. 数字通信的主要缺点

数字通信相对于模拟通信来说,主要有以下两个缺点。

(1) 频带利用率不高。数字通信中,数字信号占用的频带较宽。以电话为例,一路数字电话一般要占据(20~60) kHz 的带宽,而一路模拟电话仅占用约 4 kHz 的带宽。如果系统传输带宽一定的话,模拟电话的频带利用率要高出数字电话 5~15 倍。

(2) 需要严格的同步系统。数字通信中,要准确地恢复信号,必须要求接收端和发送

