

DIGITAL
DIGITAL
DIGITAL

DIGITAL

陈炽文 张建红 编著

数字数据网

清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

数 字 数 据 网

陈炽文 张建红 编著

清 华 大 学 出 版 社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

本书全面、系统地介绍了数字数据网(DDN)的有关技术、原理和工程应用。本书共分 11 章,既介绍了 DDN 的基础理论,也较详细地介绍了 DDN 的工程维护和测试,实用性较强。

本书既可供相关工程技术人员和管理人员阅读,也可供大专院校有关专业的学生学习参考。

版权所有,翻印必究。

书 名: 数字数据网

作 者: 陈炽文 张建红

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编:100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京丰华印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.75 字数: 371 千字

版 次: 1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03671-3/TN·103

印 数: 0001~5000

定 价: 25.50 元

前 言

我国自从 90 年代初大规模引进国外数字数据网(DDN)技术以来,数字数据网的发展极为迅速。1994 年我国的 DDN 已普及到县,但深入、系统、全面地介绍 DDN 的书刊很少。

作者曾从事过 DDN 设备的研制、开发,深感有深度、实用的有关书刊缺乏。数字数据网是一种物理传输网,所以与硬件有密切的关系,其中用户的接入涉及各种接入标准,如何正确理解这些标准则较为困难,因为制订标准的人往往以令人难以理解的方式来表达。本书力图以简明的方式讲述这些标准。DDN 的维护和测试是实际工程人员十分关心的事,作者力求用直接的方式说明一些测试的方法和准则。DDN 的网络管理部分更是很少有书藉介绍,杂志上的文章则太分散,作者对现代网络管理的体系结构做了较为详细的介绍。我国的 DDN 网也有一些不够完善的地方,作者希望提出一些问题,供广大读者思考;如能起到抛砖引玉的作用,利于解决问题,则幸甚。

全书共分 11 章,第八章由张建红同志执笔,其余均由陈炽文执笔。由于 DDN 在我国的发展时间不够长,作者的学识也有限,工程经验较少,加上时间仓促,书中难免存在不妥之处,希望读者和有识之士指正为盼。

作 者

1999 年 3 月于北京

目 录

第一章 概述	1
1.1 通信系统	2
1.2 模拟通信系统	3
1.2.1 模拟通信的多路复用	3
1.2.2 模拟通信的特点	4
1.3 数字通信系统	5
1.3.1 数字通信的多路复用	5
1.3.2 数字通信的特点	6
1.4 数据通信系统	7
1.4.1 传输代码和传输方式	7
1.4.2 数据传输系统的主要指标	8
第二章 模拟信号的数字化	11
2.1 抽样原理	11
2.2 量化和编码	12
第三章 数字数据网简介	16
3.1 数字数据网的起源和发展历史	16
3.2 DDN 的基本特性	17
3.2.1 DDN 的定义	17
3.2.2 DDN 的特性	17
3.2.3 DDN 和 X.25、ISDN、帧中继的比较	18
3.3 DDN 的结构	20
3.3.1 DDN 节点和三级网络结构	21
3.3.2 局间中继	23
3.3.3 本地传输系统	23
3.3.4 网络管理系统	24
第四章 数字数据网的业务及业务质量	28
4.1 DDN 网络业务	28
4.2 专用电路业务	29
4.2.1 基本专用电路	29

4.2.2 特殊要求的专用电路	29
4.3 帧中继业务	29
4.3.1 帧中继业务功能	30
4.3.2 帧中继的帧格式	32
4.3.3 帧中继带宽控制	33
4.3.4 帧中继的阻塞控制	34
4.3.5 帧中继应用业务	34
4.3.6 帧中继用户的接入	35
4.4 压缩语音和 G3 传真	35
4.5 DDN 的服务质量	36
4.5.1 网络传输时延	36
4.5.2 数据传输差错率	37
第五章 时分复用和数字交叉连接	43
5.1 2048kbit/s 数字通道的时分复用	43
5.1.1 2048kbit/s 复用的帧结构	43
5.1.2 CRC 复帧	44
5.1.3 随路信令复帧	47
5.1.4 共路信令方式	50
5.1.5 2048kbit/s 时分复用的同步	50
5.2 64kbit/s 数字通道的时分复用	51
5.2.1 X.50 复用	52
5.2.2 X.58 复用	55
5.2.3 其他复用	56
5.3 数字交叉连接	56
5.3.1 一级时分交叉连接	56
5.3.2 时分—空分—时分交叉连接	59
第六章 数字数据网的同步	62
6.1 概述	62
6.2 DDN 网同步方式	63
6.3 DDN 节点频率源和定时	63
6.3.1 DDN 节点频率源	63
6.3.2 DDN 节点定时	63
6.4 DDN 节点间的同步	64
6.5 用户接入同步	65

第七章 数字数据网的用户接入和接口	68
7.1 用户接入概述	68
7.1.1 用户接入的分类	68
7.1.2 直接接入	69
7.2 远距用户接入的连接方式	70
7.3 用户接口和接入	73
7.3.1 DDN 话音接口和接入	74
7.3.2 DDN 用户数据接口	78
7.3.3 其他接口	104
7.3.4 远程数据用户接入	105
7.3.5 其他接入	113
7.3.6 用户线要求	117
7.3.7 用户网络接入	118
7.4 接口	120
第八章 数字数据网的网络管理	122
8.1 网络管理系统模型和结构	122
8.1.1 网络管理的发展	122
8.1.2 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型	123
8.1.3 网络管理模型和结构	126
8.1.4 网管信息协议	128
8.1.5 网络管理产品	133
8.2 电信网的管理及 DDN 网管系统	134
8.2.1 TMN 概述	134
8.2.2 TMN 的功能	139
8.2.3 DDN 网络管理	143
8.2.4 DDN 兼容网管	144
8.3 网络管理软件的结构和实现	148
8.3.1 网管软件的结构	148
8.3.2 操作系统	148
8.3.3 数据库	152
8.3.4 开发工具	157
第九章 数字数据网的维护和测试	163
9.1 DDN 的维护	163
9.1.1 DDN 网管和节点设备维护人员的职责	163

9.1.2	节点设备值维人员的分工原则	163
9.1.3	DDN 节点设备的维护	164
9.1.4	DDN 网管系统的维护	164
9.1.5	DDN 网络维护	164
9.1.6	投入业务前测试	165
9.2	DDN 投入业务全面测试方法	165
9.2.1	DDN 节点设备接口的测试方法	165
9.2.2	DDN 用户入网设备的测试	169
9.2.3	DDN 数字通道测试	171
9.2.4	压缩话音信道测试	177
9.2.5	帧中继电路的测试	182
9.2.6	DDN 节点设备同步性能测试	182
9.2.7	DDN 网络管理功能测试	184
9.3	DDN 的维护测试	187
9.3.1	维护测试环路的设置	187
9.3.2	维护方法	190
第十章 DDN 产品介绍		193
10.1	新桥 3600 Mainstreet 系列产品	193
10.1.1	3600 带宽管理器	194
10.1.2	其他主干网节点机	199
10.1.3	用户接入产品	200
10.1.4	数据终接单元 DTU	201
10.1.5	网络管理设备	202
10.2	泰讯产品	203
10.2.1	TX3	203
10.2.2	Link/100+	203
10.2.3	Link/2+	204
10.2.4	其他 Link 系列产品	209
10.2.5	泰讯的 ST 系列产品	210
10.3	AT&T 的 DASC II	215
10.4	网管设备简介	218
第十一章 我国 DDN 的现状和探讨		221
11.1	我国 DDN 的现状	221
11.2	关于我国 DDN 的一些探讨	223
11.2.1	多厂商环境下的互通和管理	224

11.2.2 X.50 子速率互联的探讨	224
11.2.3 本地 DDN 网的探讨	226
11.2.4 DDN 适应市场需求的探讨	227
11.2.5 故障管理用的专家系统	231
11.2.6 数据用户线的自动维护	234
11.2.7 DDN 用户数字接入的探讨	235
11.3 DDN 实例	236
参考文献	238

第一章 概 述

人类的一切活动都和信息有关,为了传递信息,需要以某种形式来表达它。包含信息的某种表达形式称为消息。消息的传递、处理和交换都属于通信的范畴。信息实际上是客观的物质世界或主观的精神状态的反映,所以消息的形式极为丰富、多样;例如话音、文字、符号、音乐、图像、数据等。消息的多样化必然导致通信的多样化。

从通信的对象来看,通信可以分为人与人的通信、人和物质世界(例如机器、计算机等)的通信、物质世界之间(机器之间)的通信三大类。

人类发明电之后,产生了用电的方法进行通信的电通信。电通信使通信产生了革命性变化。用于表示消息的电信号,可以分成在时间上和幅度上都连续的模拟信号,以及在时间和幅度上都离散的数字信号两大类,其他形式的电信号都可以归入这两类之中。

1835 年莫尔斯发明的电报,实际上是早期的数字通信。1875 年贝尔发明的电话,属于模拟通信。电话主要用于人与人的通信,直到现在,电话仍然是重要的通信方式。从 1960 年开始,脉冲编码调制(PCM)技术进入实用化阶段,使模拟的电话通信实现了数字化。现在,人们已充分认识到通信数字化对现代信息化社会的重要作用,电通信的数字—模拟—数字的发展过程,其实就是一个否定之否定的发展过程。

电子计算机的发明,产生了人与机器及机器与机器之间通信的需求,从而形成了数据通信这一通信领域。计算机和通信的结合对通信技术产生了极为深远的影响,甚至明显影响了人们的生活方式,例如因特网和 CTI(计算机通信集成)。为了把许多不同功能、性能、配置的计算机互连起来,也就是说要实现计算机之间复杂的通信,需要有为解决互连而协商一致的原则——网络协议。为了减少协议的复杂性,实现各种通信,网络需要按层的方式组织。协议和层的集合就是网络体系结构。这样,人们不得不改变以往把硬件作为网络的主要因素的习惯,软件在网络,也就是在通信中的重要性越来越明显了。从此,人们必须从不同的角度,即从硬件和软件的角度来考虑网络,考虑通信的问题了。

我们回顾一下历史,不难发现每个世纪都有它的主流技术。18 世纪是工业革命,即机械的时代;19 世纪是蒸汽机的时代;20 世纪则是信息的时代,从某种意义上可以说是网络的时代。数字数据网是 20 世纪 80 年代产生的一种通信技术,在我国得到了迅速的发展。任何一种通信技术的产生和发展都是顺应当时的社会需求,并与相应的技术水平和经济条件相适应的,因而也可以说是必然的。

当代的通信技术,在网络数字化、综合化的基础上朝宽带化、智能化和个人化的方向发展。因特网、宽带 ISDN、ATM、DTM、SDH 和移动通信等技术都在各显其能。将来的主流通信技术是什么?相信可能是若干种先进通信技术并存,因为这个世界本来就是多元的。从现代物理的观点看,一个问题的正确答案不是唯一的。其道理可比喻成:我们从一个地方去某个目的地,道路可能有若干条,而去的手段也可能有若干种,例如步行,骑自行车,或乘汽车、火车、飞机、轮船。即使经过优化的方案也可能有若干种,因为优化的准则可能不同。

1.1 通信系统

不论何种通信系统,其最后目的都是要完成信息的传递。从信息传递的角度来看,通信系统可归结为最基本、最简单的点到点单工通信的模型,如图 1.1 所示。双向的双工通信系统可以由两个单工系统构成。点对多点的通信也可以分解成若干个点到点的通信。一个通信网络则可由若干个相互通信的网元所组成。

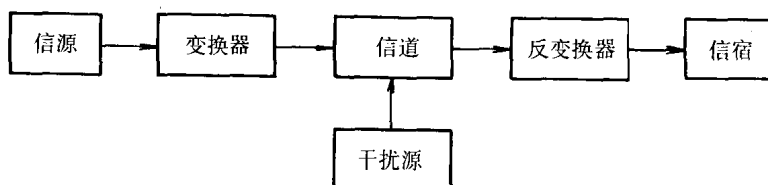


图 1.1 基本的点到点单工通信系统模型

图 1.1 中各部分的功能如下所述。

信源 信息的发出者,它可以是人,也可以是机器。

变换器 变换器是通信系统中的关键部分,其基本功能是把信源发出的消息变换成适合在给定信道上传输的某种信号形式。在电通信中,它可能是一个硬件设备(早期的通信设备),也可能是一个包含硬件和软件的实体(现代产品)。

信道 信道是携带信息的信号的传输媒体,它可能是有线的,例如电缆、光纤;也可能是无线的或其他媒体。信道一方面为传递消息提供通道,另一方面又可能使传输的信号产生畸变,产生干扰。通常把发送、接收、传输信道三方面产生的干扰折合到信道中,合成一个总的噪声源。信道有自己特定的容量,传递消息的总量不能超过信道容量。通常用信息传输速率说明信道容量。

反变换器 反变换器的功能正好和变换器的功能相反,它把信道来的信号按变换器相反的过程还原消息,使之适合信宿(信息接收者)接收。反变换器同样是通信系统中的关键部分,它可能是硬件,也可能是包含硬件和软件的实体。

信宿 信宿是消息接收者。它可以是人也可以是机器。信宿可以和信源一致,同是人或机器,也可以和信源不一致。

在电通信中,携带信息的信息信号可以分成数字消息信号和模拟消息信号两大类。按照通信系统中传输的消息信号的类别,可以把通信系统分成模拟通信系统和数字通信系统两大类。数据终端输出的消息序列是数字信号(基带信号),所以数据通信一般归于数字通信系统。为了更好地传输模拟消息信号(例如语音),通常把模拟信号数字化后再传输,这一类通信系统也归于数字通信系统。需要说明,数字信号的传输可有两种情况:一种是直接用数字信道传输,另一种则用模拟电话信道(限带在一个电话频带内,即 300Hz ~ 3400Hz 之内)传输。也可按照信道上传输的信号类别来划分通信系统。比较通用的是按消息信号来划分模拟或数字。实际上一个通信系统应包括终端(用户回路)、传输、交换三大部分。严格地说,只有这三部分全部数字化的系统才是完善的数字通信系统,例如端到端全部数字化的数据通信系统,ISDN 数字电话系统就是完善的数字通信系统。

如果把图 1.1 模型中的变换器扩充为兼有反变换功能,把反变换器扩充为兼有变换器功能,同时信道允许双向传输,那么该系统即变为双向(双工)通信系统。尽管现代通信有了极大发展,但图 1.1 的通信模型仍然有效,因为它是从信息论的角度考虑问题的模型。

1.2 模拟通信系统

“模拟”两字来自模拟计算机,因为模拟计算机用连续的电压或电流信号模拟实际系统中的变量,并进行运算。尽管模拟计算机早已被数字电子计算机取代了,但“模拟”这个词却沿用至今。

用模拟信号传递消息的系统称为模拟通信系统。在模拟通信系统中信源的消息是模拟信号,它可能是非电的或是电的信号。变换器则包含把非电信号变为电信号的转换器(如果已是电信号则这部分可以省去)以及调制器(如果不在带通型信道上传输也不必有这部分,实际上为了节约资源,大都采用带通信道)。按照调制方法的不同,模拟通信系统可分成连续调制和脉冲调制两大类,每类又分若干种。应该说现在已经很少使用连续调制方式了。

连续调制包括振幅调制(AM)、频率调制(FM)、相位调制(PM)等几种方式。

脉冲调制实际上就是数字调制,它包括有脉冲幅度调制(PAM),脉冲相位调制(PPM)、脉冲宽度调制(PWM)等几种,也有把其中两种结合使用的。

对应的反变换器则包含解调器和电信号到非电信号的变换功能。

1.2.1 模拟通信的多路复用

在通信系统中信道的成本很高,在有线通信中尤其如此,所以为了充分利用信道资源,必须提高信道的利用率。多路复用是一种广泛采用的方法,它是在一个信道中同时传送多路用户信号的方法,它的实质是资源共享。

1. 频分多路复用(FDM)

频分多路复用从频域考虑问题,它把信道频带划分成若干逻辑信道,每个用户独占某些频段。它可用于连续调制系统。如果把用户信号的带宽限制在某个范围内,通过不同频率的载频调制,各路用户信号的频谱就可搬移到主信道频谱的不同位置,一个挨一个地排列,形成一组信号(称群信号)。这种方法叫做频率搬移。图 1.2 就是过去模拟电话信号的频率搬移的示意图。这个搬移过程也就是复用过程。

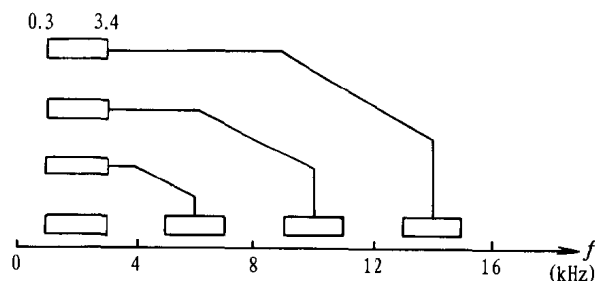


图 1.2 频分复用的频率搬移

各路调制信号还应分别用带通滤波器 $BF_1, BF_2, \dots, BF_n$ 限带,保证合路后各路信号的频

带互不干扰。

在接收端用与各路信号频带对应的带通滤波器分别滤出与发端对应的频带信号,然后用与发端对应的载频 $f_1, f_2, \dots, f_n$ 解调,恢复原始信号。频分多路复用的原理框图如图 1.3 所示。

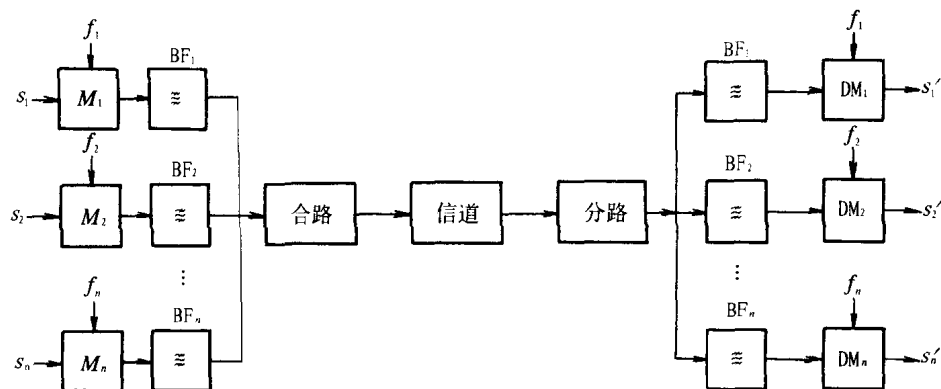


图 1.3 频分复用模拟通信原理框图

2. 时分多路复用(TDM)

时分多路复用从时域考虑问题,把两个相邻样点间的时区划分为若干时隙,所有用户分别分配到每个时隙,各个用户轮流瞬时占用整个带宽。它可用于脉冲调制系统,其原理见图 1.4。

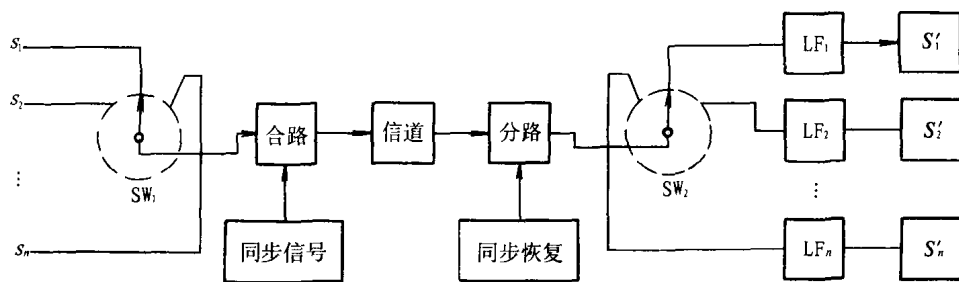


图 1.4 模拟通信系统中的时分复用

图 1.4 中输入的时域信号, $s_1, s_2, \dots, s_n$ 被电子开关 SW_1 取样,其取样频率不低于 $2W$ Hz (W 是原信号带宽)。由于取样后并未量化,所以仍是模拟信号(PAM)。各路取样信号按时间先后组成一组群路信号。接收端的电子开关 SW_2 与 SW_1 同步,所以可以把各支路信号从群路信号中分离出来。收端分离出的 PAM 信号经过低通滤波器就可恢复原始信号。各支路信号占用的时间段叫做时隙。

1.2.2 模拟通信的特点

模拟通信的信道利用率较高,原理简单,易于实现,在历史上曾经有过迅速的发展。但模拟通信也有以下缺点:

- ① 模拟通信用信号的波形来传递消息,在传输过程中信号波形会产生畸变并被叠加上

噪声,尽管信号可以被放大却无法清除噪声,所以信号不能再生,系统抗干扰能力差。

② 在电子计算机出现后,模拟通信系统必须通过数模和模数转换才能和计算机系统匹配,所以增加了投资成本。

③ 模拟电路难以大规模集成,设备难以小型化,成本亦不易进一步降低。

由于模拟通信的缺点,限制了它的发展,通信系统的数字化已是必然趋势。但我们看问题亦要防止片面化,否则会限制我们的思路,例如全光网又已从数字走向模拟。

1.3 数字通信系统

利用数字信号传递消息的系统称为数字通信系统。在数字通信系统中,变换器可能包含信源编码器、信道编码器和调制器。以 PCM 数字电话系统为例,信源编码器包括声电转换的话筒和把话筒输出的模拟信号数字化的 PCM 编码器(包括抽样、量化、编码)。信道编码器则是把数字信号进行码型变换,使之适合在信道上传输。如果在无线信道上传输,则可能需要调制器;如果在有线信道上传输则不需要调制器。

数字通信系统的反变换器则可能包含解调器、信道译码器和信源译码器。这个过程和变换器刚好相反。一个数字通信系统的模型如图 1.5 所示。

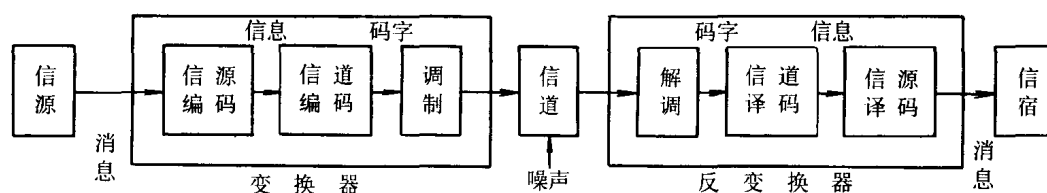


图 1.5 数字通信系统模型

1.3.1 数字通信的多路复用

数字通信系统中主要采用时分多路复用技术,较少采用频分复用技术。数字通信系统的时分复用方式与模拟通信系统的时分复用十分相似,只是每个用户信号要在抽样后再量化,编码变成数字信号。为了防止折叠干扰,每个用户信号要用带通滤波器限带。图 1.6 是 PCM 数字电话的时分复用框图。

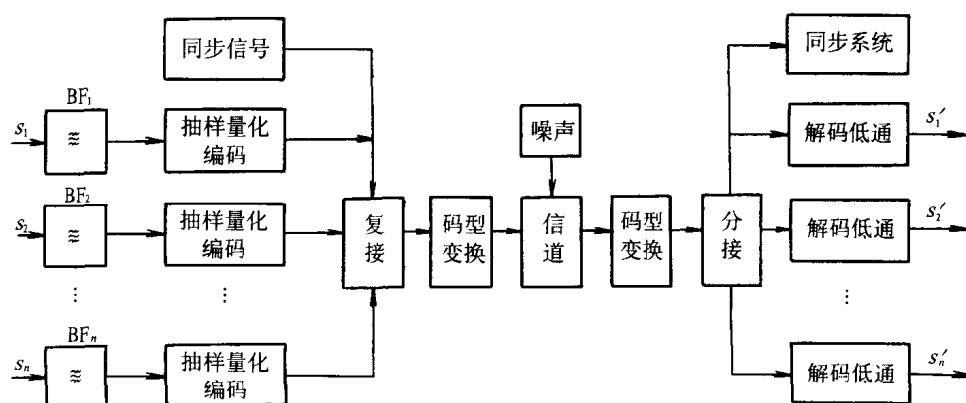


图 1.6 PCM 电话时分复用框图

时分复用中每个用户信号都固定占用群路的时隙,即使某个用户实际上设有通信,这个资源(时隙)也无法被利用。这是一种固定分配资源的方法。为了克服这种缺点,产生了动态分配资源的方式,即统计时分复用方式(STATDM)。统计时分复用根据用户实际需要分配线路资源,用户暂停传送数据时就不给它分配资源。统计时分复用属于存储-转发方式,系统需要有缓冲存储和信息流控制能力。各个用户数据在线路上互相交织传输,为了区别不同用户的数据,必须在发送前打上“标记”。交织传输就是一种时分复用,为了提高传输效率,一般采用分组(数据组)交织方式。把一条实在的线路分成许多逻辑上的子信道(逻辑信道),各个用户数据存入缓冲器,形成一个数据组,这个数据组的大小有严格的规定,各个用户的数据组再加上一个分组头,其中包括它的逻辑信道号(“标记”)和其他控制信息。这种数据组称为分组(packet)。分组按到达时间顺序排队,发送出去。在接收端根据分组头的逻辑信道号及其他控制信息,正确区分出各个用户的数据。X.25、帧中继、IP 通信都属于统计时分复用方式。数字数据网属于时分复用方式,但也可开放分组业务(如开放帧中继业务)。

1.3.2 数字通信的特点

数字信号是最简单的“1”和“0”信号,用数字信号构成的数字通信系统比用复杂波形传递信息的模拟系统有以下优点:

① 抗干扰能力强 在数字通信系统中,消息是通过脉冲的有无来传递的,而不是用信号波形传递的,只要噪声干扰不超过判决门限,就不会判错,所以抗干扰能力强。

② 数字信号可以再生 在传输过程中,当干扰达到一定程度,但又不致错判时,可以通过正确判决再生(恢复)信号,干净的再生信号可以继续传输。多次再生中继就可以实现高质量的远距传输(噪声不积累)。

③ 数字信号可以综合各种业务 各种不同业务的消息,例如图像、电话、数据都可以变为统一的数字信号传输、处理,便于综合和加密。

④ 便于和计算机系统连接。

⑤ 易于集成,有利于小型化,成本低,可靠性高。

⑥ 便于维护(不是正确接收就是出错)。

数字化也存在以下问题:

1. 占用传输带宽多

一个话路的模拟信号的传输带宽是 4kHz;但一路标准的数字化话音信号的速率是 64kbit/s,即使按理想低通传输数字化话音信号,仍需 32kHz 带宽。

当前,虽然光纤传输已较普及,频带资源已不很紧张,而且压缩编码技术已比较成熟,信道带宽问题已基本解决,但在无线传输时,信道带宽资源仍十分紧张,因此在选用数字技术时必须慎重考虑带宽问题。

2. 技术复杂

数字化技术远比模拟技术复杂,但在超大规模集成电路广泛使用的今天,这个问题也不那么重要了。因为集成工艺使数字设备在体积、功耗、可靠性和经济性方面都可以比模拟系统更好了。事实上数字通信在 30 年代就提出了,但它的飞速发展却是在大规模、超大规模集成电路广泛使用后才开始的。

1.4 数据通信系统

数字通信系统中有一个重要领域,那就是数据通信系统。从信息的角度看,数据通信的信源和信宿都用二进制数据传递消息。数据通信系统实际上就是计算机通信系统。从现在因特网的发展来看,如果有朝一日它把日常的电话通信也“兼并”进去,我们也不会感到惊奇,因为电话通信早已数字化了,IP电话的资费很便宜,只要通话质量有保证,用户肯定会欢迎的。

数字数据网的主要业务是数据通信,所以有必要了解数据通信的基本概念。

下面首先介绍一些名词术语。

信道(channel) 在两点之间单向传输信号的一种手段。几条信道可以共享一条公共通道(path)。信道本身是单向的,它的方向就是信源到信宿的方向。

电路(circuit, telecommunication circuit) 能在两点之间实现双向传输的两条信道的组合。一条电信电路可以在两个方向同时传输(双工),也可以不同时传输(单工)。在电信网中电路往往指两个交换设备或交换局及相关终端设备的连接电路。

数字链路(digital link), 数字通道(digital path) 在两个数字配线架之间,对规定速率的数字信号进行传输的全部手段,它可以包括一个或多个数字段、复用器,但不包括交换,且总包括双向传输。数字通道往往用于多个串接的数字链路,且特指始端和末端设备间的数字链路。注意通道隐含了端到端的双向传输,且不包括交换在内。

数字段(digital section) 两邻接的数字配架(及等效设备)之间对规定速率的数字信号进行传输的全部手段。注意段强调两个相邻配线架之间的传输。

连接(connection) 串接在一起的信道或电路、交换及其他功能单元,使电信网中的两点或多点之间提供信号转接以维持一个单一通信。注意连接实际指端到端的通信,可包括交换在内。

数字线路段(digital line section) 两个复用器之间的同一类型传输媒质的数字段。

点到点(point to point) 指电信网中任意两个点(设备)之间的关系,可能是指两个节点,也可指两个设备间的关系。

端到端(end to end) 实际上指电信网中一对信源和信宿之间的关系,通常是两个终端之间的关系。

时隙 可唯一被识别和确定的任何周期性的时间间隔。

1.4.1 传输代码和传输方式

数据传输的模型如图1.7所示。图中的DTE指数据终端设备,它包括传输控制功能,一般发出数字信号。DCE指数据电路终接设备,它通常包括了前面通信模型中的变换器和反变换器,属于传输设备。DCE之间建立了连接,数据电路就建成了。为了有效通信,需对传输按一定规程控制,保证双方可靠工作,数据链路包括了传输控制器。在数据链路基础上才可进行真正的数据组(分组)传输。

1. 传输代码

数据终端或计算机(即DTE)发出的数据消息大都是字符、数字。常用代码是国际5号

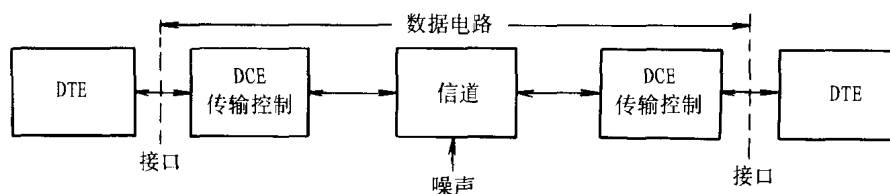


图 1.7 数据通信模型

码(IA5),它与美国的 ASCII 码十分接近;另一种常用代码是国际电报 2 号码(ITA2)。

2. 传输方式

(1) 并行传输

数据在多个并行信道上同时以成组方式传输,一次传送就是一个字符,这种方式不需要同步信号,但并行信道实现较为困难,尤其是远距传输更为困难。

(2) 串行传输

数据流以串行方式在一条信道上传输,为了在收方识别发方信息,需要保持发、收信号同步。这种方式只需一条信道,所以易于实现,比较经济实用,大部分数据传输采用串行方式,但也有并行传输方式,例如多路并发方式(离散多频音 DMT)。

在串行传输中有以下两种同步方法。

(1) 异步传输(asynchronous transmission)

以字符为单位实现同步,不论字符代码是多少个码元,在发送每个字符之前,需在字符前加上一个“起”信号,1 码元长,极性为“0”(空号,space);在字符后加一个“止”信号,1 码元长,极性为“1”(传号,mark)。根据“起”、“止”信号就可以区分字符。各个字符可以单独发送,也可连续发送;不发送字符时,保持传号“1”状态。同一字符内,各码元持续时间相同。异步传输不要求双方时钟信号严格同步(但仍有一定容差要求),但开销较大,降低了效率,以 8 位有效数据为例,加上“起”、“止”位,效率只有 80% 了。这种方式实现简单,又叫起止式异步传输,适用于低速数据传输。

(2) 同步传输(synchronous transmission)

同步传输以固定的时钟节拍发送(接收)数据信号。每个信号码元之间的相对位置是固定的。数据的发送、接收以帧为单位,在帧的开头和结尾加上预先规定的起始和终止序列作标志,一帧数据包含若干个字符或独立比特。同步传输是比特同步,异步传输是字符同步;同步传输开销少,传输效率高,但实现比较复杂,必须有发、收定时信号。时钟信号可能隐含在数据中传给对方,也可能独立传送(同一信道或不同信道传送)。DDN 中同步时钟信号由数字同步网提供。

1.4.2 数据传输系统的主要指标

1. 数据传输速率

传输速率是衡量传输系统传输能力的主要指标,主要有比特速率和码元速率两种。

(1) 比特/秒(bit/s)

数据传输速率的单位是比特/秒,它只表示每秒传输二进制数字的能力,并非一定是实际的信息量。