

数据通信原理

杨世平 申普兵 何殿华 李 荣 编写



国防科技大学出版社

目 录

第一章 数据通信基础

1.1 数据通信系统的组成	(1)
1.1.1 通信系统的模型	(1)
1.1.2 数据通信系统的构成	(2)
1.1.3 数据通信的特点	(4)
1.1.4 数据通信的应用及发展	(6)
1.2 数据通信的主要性能指标	(15)
1.2.1 有效性质量指标	(15)
1.2.2 可靠性质量指标	(18)
1.3 数据信号的传输方式和通信方式	(19)
1.3.1 数据信号的传输方式	(19)
1.3.2 数据信号的通信方式	(21)
1.4 传输信道及噪声	(21)
1.4.1 信道特性	(22)
1.4.2 信道容量	(23)
1.4.3 信道噪声	(26)
1.4.4 信道主要指标	(28)
小 结	(32)
习 题	(33)

第二章 数据传输技术

2.1 数据信号的基带传输	(34)
2.1.1 基带传输系统的构成	(34)
2.1.2 数据信号及其代码表示形式	(35)
2.1.3 基带信号的功率谱密度	(42)
2.1.4 基带传输波形的形成	(47)

2.1.5 基带传输的最佳化和系统的误码性能	(56)
2.1.6 基带传输中的均衡及眼图	(60)
2.1.7 数据序列的扰乱和解扰	(64)
2.1.8 数据基带传输系统	(67)
2.2 数据信号的频带传输	(69)
2.2.1 频带传输系统的构成	(69)
2.2.2 幅度键控	(70)
2.2.3 频率键控	(76)
2.2.4 相位键控	(84)
2.2.5 频带传输中的误码性能	(91)
小 结	(96)
习 题	(96)

第三章 差错控制

3.1 差错类型及差错控制方法	(98)
3.1.1 差错类型	(98)
3.1.2 差错控制的基本工作方式	(99)
3.2 纠错编码的基本原理	(100)
3.2.1 码长、码重和码距	(100)
3.2.2 纠错编码的基本原理	(100)
3.2.3 纠错编码的检错纠错能力	(102)
3.2.4 编码效率	(103)
3.2.5 纠错编码的分类	(104)
3.3 常用的简单差错控制编码	(104)
3.3.1 奇偶监督码	(104)
3.3.2 恒比码	(107)
3.3.3 正反码	(108)
3.4 线性码	(109)
3.5 循环码	(114)

3.6 卷积码	(117)
小 结	(122)
习 题	(123)

第四章 计算机网络

4.1 计算机网络及其体系结构	(125)
4.1.1 计算机网络的产生与发展	(125)
4.1.2 计算机网络的定义与功能	(127)
4.1.3 计算机网络的分类与应用	(129)
4.1.4 计算机网络的体系结构	(130)
4.2 物理层协议	(141)
4.2.1 物理层的接口特性	(142)
4.2.2 常用的物理层标准	(144)
4.3 数据链路层协议	(147)
4.3.1 数据链路层概述	(147)
4.3.2 数据链路层协议	(148)
4.3.3 数据链路控制规程	(151)
4.4 网络层协议	(152)
4.4.1 虚电路和数据报	(152)
4.4.2 通信子网的操作方式	(153)
4.4.3 流量控制和阻塞控制	(154)
4.5 高层协议	(157)
4.5.1 运输层协议	(158)
4.5.2 会话层协议	(167)
4.5.3 表示层协议	(171)
4.5.4 应用层协议	(173)
小 结	(177)
习 题	(178)

第五章 分组交换网

5.1 数据通信网	(179)
5.1.1 数据通信的内容	(179)
5.1.2 数据通信网的构成与分类	(180)
5.1.3 数据通信网的交换方式	(182)
5.2 分组交换网基础	(187)
5.2.1 分组交换网的发展过程	(187)
5.2.2 分组交换网的构成	(188)
5.2.3 分组用户进网的接口规程	(195)
5.2.4 分组交换网的业务功能	(196)
5.3 分组交换网的性能	(198)
5.3.1 分组传输时延	(199)
5.3.2 虚电路建立时间	(199)
5.3.3 传输差错率	(200)
5.3.4 网络利用率	(200)
5.4 分组交换协议——X.25	(200)
5.4.1 X.25 的物理层	(201)
5.4.2 X.25 的数据链路层	(206)
5.4.3 X.25 的分组层	(214)
5.5 分组拆装设备(PAD)	(223)
5.5.1 PAD 的基本功能和用户选择功能	(224)
5.5.2 PAD 设备的协议和参数	(226)
5.5.3 PAD 与数据终端之间的接口规程	(230)
5.6 网络间互连	(233)
5.6.1 公用分组网间互连	(233)
5.6.2 分组交换网与电话网之间的互连	(235)
5.6.3 分组交换网与电报网之间的互连	(236)
5.6.4 分组交换网与局域网(LAN)之间的互连	(236)
5.6.5 公用分组网与 ISDN 的互连	(237)
小 结	(239)

习 题	(239)
-----------	-------

第六章 数字数据网(DDN)

6.1 DDN 的产生与特点	(241)
6.1.1 DDN 的基本概念	(241)
6.1.2 DDN 的产生	(241)
6.1.3 DDN 的特点	(242)
6.2 DDN 的网络业务与主要技术指标	(244)
6.2.1 DDN 的网络业务	(244)
6.2.2 DDN 的主要技术指标	(248)
6.3 DDN 的基本原理	(248)
6.3.1 数字数据网(DDN)的构成	(248)
6.3.2 本地传输系统	(252)
6.3.3 复用及交叉连接系统	(254)
6.3.4 局间传输与网间互连	(260)
6.3.5 网同步系统	(261)
6.3.6 DDN 的网络结构	(264)
6.3.7 DDN 的网络管理	(267)
6.4 国内外 DDN 发展概况	(269)
6.4.1 国外 DDN 发展概况	(269)
6.4.2 国内 DDN 发展概况	(270)
小 结	(271)
习 题	(272)

第七章 帧中继(FR)

7.1 帧中继概述	(273)
7.1.1 帧中继的定义及特点	(273)
7.1.2 帧中继产生的原因	(276)
7.1.3 帧中继的应用及发展情况	(278)

7.2 帧中继的标准与协议	(283)
7.2.1 帧中继国际标准	(283)
7.2.2 帧中继的协议结构	(288)
7.2.3 帧中继的基本呼叫控制	(295)
7.3 帧中继用户接入及帧中继设备	(305)
7.3.1 帧中继用户接入	(305)
7.3.2 帧中继用户接入设备	(308)
7.3.3 帧中继交换机	(311)
7.4 帧中继网的性能以及网络的组织与管理	(314)
7.4.1 帧中继网的性能	(314)
7.4.2 帧中继网络组织	(317)
7.4.3 帧中继网络管理与控制	(319)
小 结	(320)
习 题	(321)

第八章 异步转移模式(ATM)

8.1 ATM 的基本概念	(322)
8.1.1 ATM 的定义	(322)
8.1.2 ATM 的特点	(323)
8.1.3 ATM 的信元结构	(323)
8.1.4 ATM 的基本原则	(324)
8.2 ATM 协议参考模型	(327)
8.2.1 物理层	(328)
8.2.2 ATM 层	(331)
8.2.3 ATM 适配层	(338)
8.3 ATM 的信元传输方式	(347)
8.3.1 裸信元传送	(347)
8.3.2 基于 SDH 的 ATM 传输	(350)
8.3.3 基于 PDH 的 ATM 传输	(356)

8.4 ATM 的交换方式	(359)
8.4.1 ATM 交换的基本原理和要求	(359)
8.4.2 ATM 交换单元的构成	(362)
8.4.3 ATM 多级交换网络	(370)
小 结	(377)
习 题	(377)

第一章 数据通信基础

1.1 数据通信系统的组成

1.1.1 通信系统的模型

通信就是把一地(发送端)的消息传递到另一地(接收端)。虽然现实中存在的通信系统形式繁多,但都可以由图 1-1 所示方框图统一概括。在这个模型中,信息源和输入转换器的作用是把各种可能的消息转换成电信号。发送设备的作用是把该电信号变换成适合于信道传输的信号。例如,将低频信号变换成适合于微波信道传输的高频信号;将电信号变换成适合于光纤传输的光信号等。信道是指信号的传输媒质。例如,电缆、光缆、双绞线、微波等。在接收端,接收设备的功能与发送设备的相反,它将从信道接收回来的信号中恢复出相应的电信号。而输出转换器是将恢复出的电信号转换成相应的消息送给受信者。干扰源是信道中的噪声以及分散在通信系统其他各处干扰的集中表示。

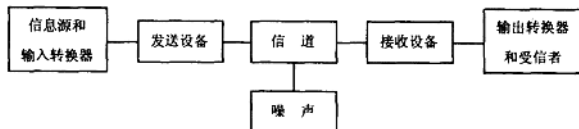


图 1-1 通信系统模型

从图 1-1 所示通信系统的模型可对通信系统进行分类。从传输信道的角度分,可分为有线通信系统(如电缆载波通信系统、光纤通信系统等)和无线通信系统(如微波通信系统、卫星通信系统、移动通信系统等);从传输体制来分,可分为模拟通信系统和数字通信系统;从通信业务来分,可分为电话通信系统、传真通信系统、数据通信系统、图像通信系统等。

20 世纪 90 年代以来,通信从各方面都发生了重大变化。通信对象从单一的人变为人和机器;通信业务由电话通信向电话、传真、数据、图像等综合业务通信转变;通信体制由模拟通信向数字通信转变;通信手段由载波通信向光纤通信、微波通信、卫星通信、移动通信等转变。

因此,从电信的角度来看,数据通信是一种新的通信业务。它完全不同于传统的话音通信,具有许多新的概念和思想。它是随着计算机的产生而发展的新技术。计算机的广泛应用,使得异地的计算机与计算机或终端与计算机之间要进行数据的传输与交换。计

算机中,数据以二进制数字形式表示,它代表诸如文字、符号、数码、图像和声音等信息。如何在通信线路上正确地传输这种离散的二进制信号就是数据通信要解决的基本问题,所以数据通信是为了实现计算机与计算机或终端与计算机之间的信息交互而产生的一种通信技术,它属于电信系统的范畴。相对于计算机通信而言,数据通信着重于“数据”的传输,而不涉及数据所表示的原始信息。而计算机通信则着重于信息的交互。数据通信是计算机通信的组成部分。这里需要注意数据通信和数字通信这两个概念的区别。在电信系统中,通常把传输模拟信号的通信方式称模拟通信,而把传输数字信号的通信方式称数字通信。模拟通信采取放大、均衡等措施来尽量保持波形不失真,传输质量较差。数字通信采用波形变换、再生中继等措施来降低误码率,传输质量较好。数据既可以在模拟通信网中传输,也可以在数字通信网中传输,也就是说,数据通信既可以借助于模拟通信手段,也可以借助于数字通信手段。数据在模拟通信网中传输时,需解决差错控制的问题。

1.1.2 数据通信系统的构成

数据通信系统是:通过数据电路将分布在远地的数据终端设备与计算机系统连接起来,实现数据传输、交换、存储和处理的系统。典型的数据通信系统主要由中央计算机系统、数据终端设备(DTE)、数据电路三部分构成,如图 1-2 所示。

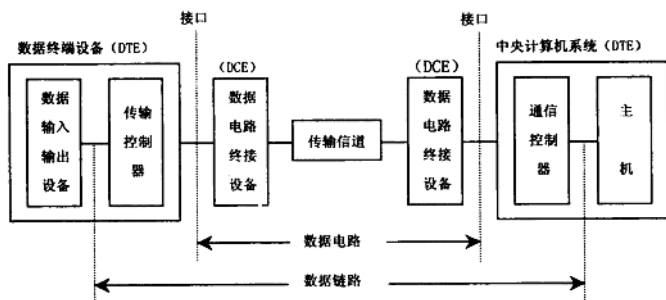


图 1-2 数据通信系统的基本构成

一、数据终端设备

数据终端设备(Data Terminal Equipment,DTE)由数据输入设备(产生数据的数据源)、数据输出设备(接收数据的数据宿)和传输控制器组成。

DTE 在数据通信中的作用有点类似于电话与电报通信中的电话机和电报机,它把人们的信息变成以数字代码表示的数据,并把这些数据输送到远端的计算机系统。同时,可以接收远端计算机系统的处理结果——数据,并将它变为人们能理解的信息。所以,DTE 相当于人和机器(计算机)之间的接口。

DTE 是一个总称,根据不同的需要采用不同的设备。例如,在发送数据中,DTE 可以

用键盘输入器;在接收数据中,它可以是屏幕显示设备(CRT),也可以是激光打印机等等。当然,具有一定功能的个人计算机也可称为 DTE。

二、数据电路

数据电路由传输信道(传输线路)及其两端的数据电路终接设备(Data Circuit Terminating Equipment, DCE)组成。

数据电路位于 DTE 与计算机之间,它的作用是为数据通信提供数字传输信道。在数据电路两端收发的是二进制“1”或“0”的数字数据信号。数据传输电路要保证将 DTE 的数据信号迅速、准确、安全地送到计算机系统以及由计算机系统送回 DTE。

传输信道包括通信线路和通信设备。通信线路一般采用电缆、光缆、微波线路等。而通信设备又可分为模拟通信设备和数字通信设备,从而使传输信道分为模拟传输信道和数字传输信道。另外,传输信道中还包括通过交换网的连接或是专用线路的固定连接。

DCE 是 DTE 与传输信道的接口设备。发方的 DCE 有两项功能:一是将来自 DTE 的数据信号进行变换,使之消除原数据信号内的直流分量,使信号功率谱与信道相适应,防止数据信号中出现的长边“0”码或长连“1”码可能导致收发双方的失步;二是当传输信道为模拟信道时,使来自 DTE 的基带数据信号调制载频信号,变为频带信号,实现频带传输。收方的 DCE 施行与发方相反的功能。调制解调器(Modem)是最常见的 DCE,它是调制器和解调器的结合。发送时,调制器把数字数据信号转换成适合于模拟电路上传输的模拟信号;接收时,模拟信号由解调器将它还原成数字数据信号,并送到 DTE。当数据信号在数字信道上传输时,DCE 的位置上不再需要 Modem,而改为数据服务单元(Data Service Unit, DSU)。DSU 的功能是信号格式变换(即消除信号中的直流成分和防止长串零的编码)、信号再生和定时等。另外,如数据信号直接在电缆中传输,称为基带传输,此时 DCE 只需要第一项功能。

三、中央计算机系统

中央计算机系统由通信控制器(或称前置处理机)、主机及外围设备组成,具有处理从数据终端设备输入的数据信息,并将处理结果向相应的数据终端设备输出的功能。

通信控制器(或称前置处理机)是数据电路和计算机系统的接口,控制与远程数据终端设备连接的全部通信信道,接收远程 DTE 发来的数据信号,并向远程 DTE 发送数据信号。通信控制器的主要功能,对远程 DTE 一侧来说,是差错控制、终端的接续控制、确认控制、传输顺序控制和切断控制等;对计算机系统一侧来说,其功能是将线路上来的串行比特信号变成并行比特信号,或将计算机输出的并行比特信号变成串行比特信号。另外,在远程 DTE 侧有时也有类似的通信控制功能,但一般作为一块通信控制板合并并在 DTE 中。

主机又称中央处理机,由中央处理单元(CPU)、主存储器、输入输出设备以及其他外围设备组成。其主要功能是进行数据处理。

最后,从图 1-2 中看到,数据链路是由控制装置(传输控制器和通信控制器)和数据电路所组成。控制装置是按照双方事先约定的规程(一般是指 CTU-T 所建议的有关规

程)进行控制的。一般来说,只有在建立起数据链路之后,通信双方才能真正有效地进行数据通信。

1.1.3 数据通信的特点

数据通信与传统的电话通信相比,在通信对象、通信内容、可靠性要求、传输效率等方面都有不同之处,具体包括:

一、通信的对象有机器和计算机参与

数据通信是实现计算机和计算机之间以及人和计算机之间的通信,而电话通信是实现人和人之间的通信。尽管计算机具有超越于人的能力,但是计算机不具有人脑的思维能力。计算机完成的每件工作都需要由人预先编好程序,计算机的智能来自人的智能。计算机之间的通信过程需要定义出严格的通信协议或标准。而电话通信就不必如此复杂。

二、数据传输的可靠性要求高

数据通常以二进制“1”和“0”的组合编码表示,如果一个码组中的一个比特(“1”或“0”)在传输过程中产生错误,则在接收端可能被理解为完全不同的信息,甚至是相反的含义。特别是对于像银行业务或军事上用的自动控制系统,数据的差错可能引起严重的后果,因此数据通信要达到很低的误码率。而在传输中发生差错时要求能够自动地进行校正。表1-1列出了数据通信和其他一些通信业务对传输误码率的基本要求。由表可见,数据通信可接受的误码率和误组率为最小。

表 1-1 各种通信业务的误码率

通信业务	可接受误码率	可接受误组率
数 据	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$
话 音	$< 10^{-2}$	$< 10^{-3}$
电 视	$< 10^{-2}$	$< 10^{-3}$
压缩电视	$< 10^{-6}$	$< 10^{-9}$
图 片	$< 10^{-4}$	$< 10^{-9}$

三、数据通信量的突发性较为严重

表1-2提供了在各种不同工作环境下数据通信速率的平均值和高峰值。其中终端到计算机和计算机到终端的情况是根据民航订票系统得出的,远程作业录入通常都是在终端把大量的数据处理作业组合在一起送远处的计算机处理,计算机和计算机之间的数据传输通常是由于计算机之间的负载分担,或者是大型的分布式信息系统传授计算数据。从表中可以看出,数据通信的平均速率相当低,而它们的瞬时高峰速率却可能高出上百倍。为了避免发送和接收的数据的时延超过要求,在设计数据通信系统时通信线路的传输速率应当符合高峰速率的要求。从这里我们也可以看出,由单一的终端或计算机专用的通信线路,其资源利用率是很低的。这导致了在数据通信网中通信资源共享技术的广

泛研究和开发,分组交换就是其中的一项重要成果。从表 1-2 中看出,PCM 数字语音的高峰速率大约是平均值的 3 倍,比数据通信的情况小得多。

四、数据通信网应提供足够灵活的接口能力

数据通信的“用户”是各种各样的计算机和终端设备,它们在通信速率、编码格式、同步方式和通信规程等方面都会有很大的差异。为了能够实现它们之间的互相通信,数据通信网应当提供足够灵活的接口能力,以适应各种用户的需要。

表 1-2 不同工作环境的数据通信速率

工作环境	平均速率	高峰速率
终端到计算机	1b/s	100b/s
计算机到终端	10b/s	10000b/s
远程作业录入	100b/s	10000b/s
计算机到计算机	10000b/s	1000000b/s
PCM 数字语音	20000b/s	64000b/s

五、数据通信的信息传输效率很高

例如,在一条模拟电话信道上以 2400b/s 的速率传输数据是很容易实现的,每分钟可以传输 18000 个字符。在一条数字电话信道(0 次群)以 48kb/s 速率传输数据,每分钟可以传送 360000 个字符,相当于 150 页文件(每页 2400 个字符),用电话不可能在一分钟内传输如此大的信息量。由此可见,数据通信的经济性不言而喻。而且由于数据比语音更容易在计算机中存储、处理、转发。数据通信给人类带来的变化和效益是电话通信难以比拟的。

六、数据通信的平均信息长度和平均时延变化较大

表 1-3 列出了 5 种类型事务处理的经验数据。例如,一个人在终端上远程使用计算机,人对计算机的输入是几个字母或几行数据(20 ~ 1000bit),而计算机对终端的响应可能是几行数据或整个 CRT 屏幕(600 ~ 10000bit),为了保持人和计算机之间对话式思维的连续性,要求信息的传输时延小于 1s。而对于一些非对话式的事务处理系统(例如,将内容送打印机打印),时延长一点不会带来影响,可达数秒至数分钟,而对于一些文件传输系统,平均信息长度可达 $10^4 \sim 10^8$ bit,平均通信时延可达数十秒到数小时。

表 1-3 数据通信应用环境

事务处理类型	平均信息长度	平均通信时延
人-机对话式	600/6000bit	小于 1s
询问/响应	600/6000bit	1 到 30s
数据库修改	600bit	几秒到几分钟
一般文件传输	$10^4 \sim 10^6$ bit	几十秒到几分钟
大型文件传输	$10^6 \sim 10^8$ bit	几分钟到几小时

七、数据通信每次呼叫平均持续时间短

根据美国国防部对大约 27000 个数据用户进行统计的结果,有大约 25% 的数据呼叫

持续时间在 1s 以下,大约 50%的数据呼叫持续时间在 5s 以下,90%的数据呼叫持续时间在 50s 以下。而电话通话的平均时间为 5min。我们发现 99.5% 以上的数据呼叫短于电话时间。此外,数据通信的呼叫建立时间要求也要短,通常小于 1.5s,而电话的呼叫建立时间较长,可达 15s。但是电话通信要求在通话时间内传输系统的时延应很小(0.25s 以下),而且恒定不变。

从以上分析我们可以得出如下的结论:第一,数据通信和电话通信之间有很大的不同;第二,大多数数据呼叫和数据事务处理持续时间很短,而且要求网络对数据用户的呼叫做出迅速的响应;第三,经过许多年的最佳设计而具有适合人和人之间的电话通信特点的电话网在许多方面不符合数据通信的特殊要求,尽管我们在许多情况下需要利用电话网传输数据,但是它永远也不能取代数据通信网的作用。随着现代通信技术的发展,在数据通信网上传输话音、图像等多媒体信息已经成为事实,不久的将来,数据通信必将取代话音通信成为电信部门的主要业务,数据通信网也将成为传输多媒体信息的综合业务数据网。

1.1.4 数据通信的应用及发展

一、数据通信的应用

1. 自动防空指挥系统

最早在军事上使用的一个数据通信系统,就是图 1-3 中所示的自动防空指挥系统。在此系统中,雷达站发现目标后,就不断将测出的目标距离、高度、方位、速度等数据自动编码(即将不同的数据用不同的二进制数字组来表示),以数据信号形式传输到指挥控制中心的电子计算机内。电子计算机收到这些不断变化的探测数据,加上另外输入的、代表当地当时的风向、风速环境参数的数据,以及预先存储在计算机内的敌机性能的数据和我方火炮网的数据,就可以按预先编制的程序进行分析与运算,算出敌机的航线,制定我方火炮网的射击方案,随即以数据信号的形式将指令传输到相应的火炮,控制火炮的射击。这里,对大量的可变数据及时进行处理是电子计算机的任务;而对雷达站到计算机、计算机到火炮系统之间的数据和控制指令的传输是通信的任务。二者相辅相成,才构成了一个有效的自动防空指挥系统。

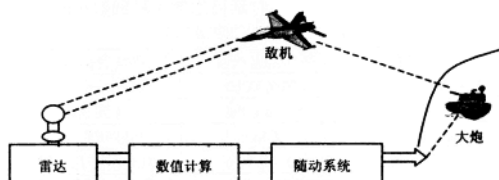


图 1-3 自动防空指挥系统

2. 城市交通管制系统

在大城市交通繁忙的交叉路口上,每天来往的车辆有数万次。如果全部依靠人工维持交通秩序,容易出现车辆阻塞现象,影响车辆运行时间,也容易引起交通事故。近几年来发展了利用通信线路把计算机和交通信号灯(也称红、绿灯)连接起来构成的交通管理控制系统,简称交通管制系统。它利用计算机的快速运算、处理及控制功能来协助维持交通秩序。该系统的示意图如图 1-4 所示。由图可见,它在交通信号灯附近增设了一种电子设备,称为车辆检测器,检测器的作用是检测有无车辆存在、车辆速度和车辆密度。最常用的检测器有两种:一种是挂得不高的环形线圈检测器;一种是挂在离地面高五米左右的超声波检测器。前者是通过车辆行驶过程中金属物体的磁感应来改变检测器的电气参数,从而检测到有无车辆。后者是通过发射超声波,并检测由车辆反射的反射波的强弱来检测车辆的有无。利用通信线路把检测器的输出数据送给计算机(即“通知”计算机现在是红灯、黄灯或绿灯)。计算机根据各条交叉路口所送来的大量数据进行计算、综合和分析,并根据分析的结果控制交通信号灯的颜色,并且在流量显示板上显示出各路由的流量密度,引导车辆向低流量方向迂回前进,从而达到平衡交通流量,提高车辆运行速度的目的。

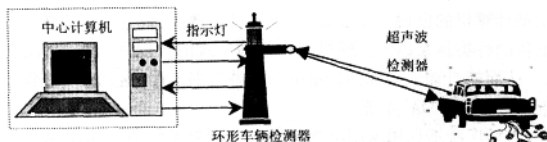


图 1-4 交通管理控制示意图

3. 气象管理系统

各地的气象站将探测到的气象情报编成数码传送到计算中心。电子计算机分析综合各地传来的当时的气象情报数据,以及计算机内存储的过去的气象情报数据,得出未来若干时间内的气象情报预测,再将结果传输到各地气象站,于是可以分别作出及时、准确的气象预报,如果没有这种由通信与计算机相结合组成的自动数据处理系统,像这样大量而复杂的情报,即使动员大批人力也是不可能及时进行综合分析,从而得出结果的。因此,要建立一个及时有效的气象预报网也是不可能实现的。

4. 军事管理系统

全军指挥中心的计算机利用数据通信线路沟通各级军事机关的计算中心,综合、分析和处理各种上报的军事情报,破译敌方密码。并通过显示终端观察指挥军事部署和行动轨迹。协助计算各种作战方案,以备参考。

在宇航测量系统中,应用数据通信,实时控制飞船、卫星、导弹的运行轨迹。计算轨道参数、处理遥测数据。

在后勤供给管理系统中,利用数据通信,统计、分配、调度全军军需品。保证既有计划又能及时地提供所需要的一切军需物品。

5. 其他系统

随着工业和科学技术的发展,电子计算机的应用日益深入到各个部门、各个领域。遥测、遥控、自动控制的设施从国防发展到工农业生产,发展到交通运输、动力、地质勘探、人口普查、银行储蓄汇兑、灾情控制及预报、新闻自动编辑和出版,远距离病人诊断,图书资料的检索与交流、科学研究、计算机教学以及人民生活等各个方面,因而发展了各种符合各自特定要求的自动数据处理系统。在这种数据处理系统中,一般由分散在各地、各点的信息源数据检测装置采集到各种数据,由数据变换机将它们变换成一定形式的、便于传输处理的数码(一般是二进制码),由数据制作机把这种数码形式的数据记录在纸带、磁带或其他存储介质内,然后由数据输入装置变换为二进制数字信号输入通信线路。上述完成采集、变换、制码和输入数据的装置,统称为终端装置,有的终端装置还附带具备若干处理数据的功能。这种终端即上面说过的“智能终端”。传输线路将这些数据及时地、可靠地传输到数据处理中心。数据处理中心主要是由电子计算机及其附属的外围输入、输出设备所组成,这些分散的数据都传到电子计算机,由电子计算机进行高速的加工、运算、处理或存储,并将各种处理结果的数据传输到各有关的终端装置,在那里完成数据变换,并输出到控制执行机构或用存储器存储起来备用。像这样组成的数据通信系统,用途十分广泛,具体例子多得不胜枚举。

随着微型计算机的出现与发展,适应于各种需要的、设置在用户住宅或用户办公室的数据终端设备的种类越来越多。通过建立各种形式的数据通信系统,使它们能够与计算中心“对话”,从而能自动地实现办公室中的各种文书工作,这就是现在流行各国的办公室自动化系统,即所谓的“OA”系统。

近年来,人们广泛地利用家用电视机作为数据终端设备。家用电视机通过数据通信信道和电视设施与计算机进行对话,构成可视数据通信系统,使得数据通信系统深入到每一个家庭。该系统可以提供计算机教育、人机辅助设计、社会查询等多种综合服务。

例如图 1-5 所示就是一种能够进行综合服务的电视数据终端系统。人们利用家用

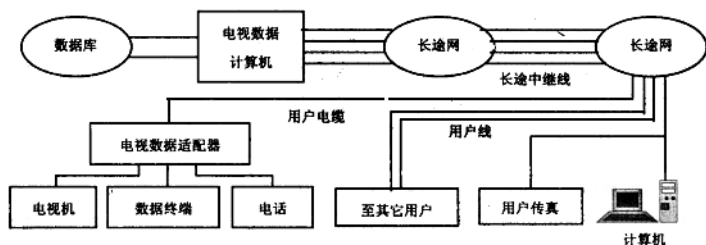


图 1-5 电视数据终端的综合服务

电话机的拨号盘或按钮就可以接通许多提供数据与信息的系统和计算机,并可用一般的电视接收机或专用的显示器,显示出他们所需要的信息。这种通信可以是双向的和交互的。依照用户终端的复杂程度,显示的信息可以是简单的字母、数字,也可以是 500 条或

1000 条扫描线的图像。这种电视数据终端系统可以广泛用于 4kHz 带宽的电话网内。为了提高文件、图像的清晰度和传送速率,也可用于 1MHz 带宽的可视电话通路内。电视数据计算机设立在交换局内,当它收到用户的拨号信息后,通过简单的询问,明确了用户的要求,立即可为用户服务。整个过程十分迅速方便。

二、数据通信的应用发展

1. 我国数据通信的发展概况

我们知道,Internet 网的基础是全球各地的数据通信网(包括计算机网络)。我国从 20 世纪 80 年代开始,数据通信进入了一个飞速发展的时代,其标志是 CHINADDN 网、CHINAPAC 网、CHINAMAIL、CHINANET 网等数据通信公用网的建立和发展。CHINANET 网就是我国的 Internet 骨干网。下面介绍我国数据通信网的现状。

随着我国改革开放的全面深化和社会主义市场经济的逐步建立与发展,推进国民经济信息化已经被提到议事日程上。作为国民经济信息化重要物质基础的数据通信,成为我国现代化建设中的一项重要内容。无论是政府部门还是各类企业,都比以往任何时候更需要信息,更需要数据通信。为此,我国邮电部门在大力发展传统的电话业务、加强通信基础设施建设的同时,加紧发展数据通信及其增值业务。

(1) 数据通信网的基础建设迅速发展

对于现代通信,光缆是所有通信网络的基础。到 1994 年底,邮电部已铺设了 22 条光缆,共 10 万多公里,实现把光缆连到全国 90% 以上的县。在“九五”期间,计划完成一项更加宏伟的光缆干线发展规划。即在现有光缆网的基础上,在全国构成“八条南北纵穿、八条东西横跨”的棋盘形光缆方阵。这样,网络除了有更大更密的覆盖带来的固有优越性,还有更高的可靠性。在城市,光缆到路边、到企业和机关的计划,也在加紧实施之中。

除了地面线路,我国还有数万公里的数字微波,遍布全国各大城市和西部众多地区的数十个卫星通信地面站,它们和光缆网一起,构成一张天地相通的立体通信网,为数据通信网的发展打下了良好的基础。

(2) 中国公用数字数据网——CHINADDN 网概况

DDN 网即数字数据网,它是利用光纤或数字微波、卫星组成的数字传输通道和数字交叉复用节点组成的数字数据传输网。DDN 网可以为用户提供各种速率的高质量数字专用电路和其他新业务。以满足用户多媒体通信和组建中高速计算机通信网的需要。

CHINADDN 网是邮电部门经营管理的中国公用数字数据网,于 1994 年 10 月开通。目前,该网络已覆盖全国所有省会城市、绝大部分地市和许多县城。CHINADDN 网可以方便地提供市内、国内和国际 DDN 专线的各种业务,是我国中高速信息的国道。

DDN 业务区别于传统模拟电话专线的显著特点是数字电路,它具有以下特点:

- 传输质量高,时延小,通信速率可根据用户的需要任意选择;
- 电路可以自动迂回,保证电路的高利用率和高可靠性;
- 一线多用,一条专线既可以通话、传真,也可以传送数据,还可以组建会议电视系统,开放帧中继业务,提供多媒体通信服务,还可以根据需要定时租用;
- 可以方便地组建自己的虚拟专网,设立网管中心,自己管理自己的网络;