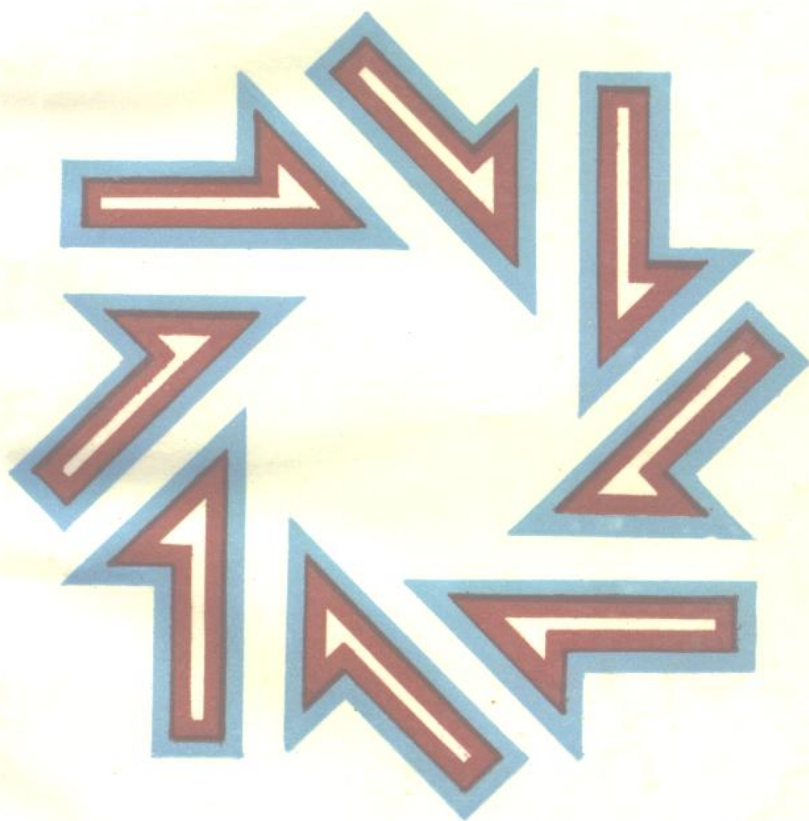


微型计算机应用丛书

# 分布式数据处理

谢立 孙钟秀 编著



国防工业出版社

79

41

微型计算机应用丛书

# 分布式数据处理

谢立 孙钟秀 编著

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书主要介绍分布式数据处理技术，全书共七章，主要内容包括：分布式数据处理概观；分布式通信网；分布式操作系统和程序设计；分布式数据库系统的组织和设计；分布式数据库系统的实现；分布式数据库管理系统；分布式数据处理系统的安全性。

本书既可供从事设计、分析、应用办公自动化、管理信息系统、军事指挥和控制系统、银行管理系统等有关科技人员参阅，也可作为上述相应专业大专学生的参考教材。

微型计算机应用丛书

### 分布式数据处理

谢立 孙钟秀 编著

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码100044)

新华书店经销

国防工业出版社印刷厂印装

850×1168 1/32 印张8<sup>5</sup>/<sub>8</sub> 227千字

1990年6月第一版 1990年6月第一次印刷 印数：0,001—2,365册

ISBN 7-118-00590-8/TP49

定价：6.10元

## 前 言

70年代兴起的一个计算机科学新分支——分布式计算系统已经获得了重要的进展和广泛的应用。其中，一个主要的应用是分布式数据处理，它在办公自动化系统、银行管理系统、企业和大型制造厂管理信息系统、军事指挥和控制系统、航空公司或旅馆预订系统等领域已经开始大显身手。

分布式数据处理涉及的主要技术包括分布式通信网、分布式基础软件和分布式数据库等。本书是在参阅了国内外许多有关资料的基础上，综合编者在分布式数据处理方面的研究成果，以及结合讲授“分布式数据处理”课程的实践而编写的。力求取材新颖、体系完整、面向应用。全书共分七章，其内容如下：第一章概述了分布式数据处理系统的主要特征和可能的应用领域；第二、三两章分别简单地介绍了分布式通信网络、分布式操作系统和分布式程序设计的基础；第四、五、六三章着重叙述了分布式数据库系统的概念、设计、实现和实例，这三章是本书的重点；第七章讨论了分布式数据处理中的安全技术。

本书可作为高等院校计算机科学系高年级学生或硕士研究生的教材，也可供从事分布式计算系统研究、教学的人员参考。

由于作者水平有限，书中难免有谬误之处，敬请读者指正。

作 者

1987年8月于南京

## 目 录

<b>第一章 分布式数据处理系统概观</b> .....	1
1.1 分布式数据处理系统的概念和特征 .....	1
1.1.1 数据处理技术及其发展 .....	1
1.1.2 分布式数据处理系统的特征 .....	2
1.1.3 分布式数据处理系统的类型 .....	3
1.2 分布式数据处理和个人计算机 .....	7
1.2.1 小规模计算机应用 .....	7
1.2.2 具有个人计算机的分布式数据处理的形式 .....	9
1.3 分布式数据处理评估 .....	11
1.3.1 分布式数据处理系统的优点 .....	11
1.3.2 分布式数据处理系统的问题 .....	13
<b>第二章 分布式通信网络</b> .....	15
2.1 网络的拓扑结构 .....	15
2.1.1 集中式 .....	15
2.1.2 分布式 .....	17
2.2 数据通信基础 .....	19
2.2.1 概述 .....	19
2.2.2 数据交换 .....	21
2.2.3 数据通信协议 .....	25
2.3 局部区域网 .....	31
2.3.1 局部区域网的特征 .....	31
2.3.2 局部区域网的技术概述 .....	32
2.3.3 局部区域网实例 .....	34
2.3.4 局部区域网的互连 .....	41
<b>第三章 分布式操作系统和程序设计</b> .....	45
3.1 分布式操作系统 .....	45
3.1.1 分布式操作系统的特点 .....	45
3.1.2 分布式操作系统的类型 .....	48
3.1.3 分布式操作系统的实例 .....	49
3.2 分布式程序设计语言 .....	57

3.2.1	分布式程序设计的特点	57
3.2.2	分布式程序设计语言	58
3.2.3	分布式程序设计语言的实例	61
<b>第四章</b>	<b>分布式数据库系统的组织和设计</b>	<b>71</b>
4.1	分布式数据库系统概述	71
4.1.1	什么是分布式数据库系统	71
4.1.2	为什么要发展分布式数据库	71
4.1.3	分布式数据库的应用	72
4.2	分布式数据库系统的组织	73
4.2.1	分布式数据库系统的组成	73
4.2.2	分布式数据库系统的结构	75
4.3	分布式数据库系统的设计	80
4.3.1	分布式数据库管理系统	80
4.3.2	网络数据目录	85
4.3.3	分布式数据库的分布	95
4.3.4	分布式数据库的分片	105
<b>第五章</b>	<b>分布式数据库系统的实现</b>	<b>121</b>
5.1	分布式数据库系统的并发控制	121
5.1.1	并发控制基础	121
5.1.2	以二阶段锁为基础的并发控制算法	134
5.1.3	以邮戳时间为基础的并发控制算法	136
5.1.4	分布式并发控制的乐观算法	143
5.1.5	死锁的检测和防止	148
5.2	分布式查询的处理及其优化	154
5.2.1	查询的等价变换	154
5.2.2	全局查询到片查询的变换	162
5.2.3	查询优化的框架	171
5.2.4	查询优化的算法	177
<b>第六章</b>	<b>分布式数据库管理系统</b>	<b>193</b>
6.1	概述	193
6.1.1	同构型与异构型	193
6.1.2	DDBMS的发展现状	196
6.2	ENCOMPASS	197
6.2.1	系统概述	197
6.2.2	系统功能	198
6.2.3	应用	202

6.3	MULTIBASE.....	204
6.3.1	概述 .....	204
6.3.2	系统构筑 .....	206
6.3.3	查询处理及其优化 .....	210
6.4	DdBASE-Ⅰ .....	220
6.4.1	系统结构 .....	221
6.4.2	执程管理 .....	223
6.4.3	恢复机制 .....	227
6.4.4	安全设施 .....	229
6.4.5	命令一览表 .....	230
<b>第七章</b>	<b>分布式数据处理系统的安全性 .....</b>	<b>237</b>
7.1	安全性问题 .....	237
7.1.1	计算机的安全性 .....	237
7.1.2	数据的安全性 .....	238
7.2	密码技术简介 .....	240
7.2.1	密码算法 .....	240
7.2.2	密钥管理 .....	247
7.3	保密安全机制 .....	254
7.3.1	认可管理机制 .....	254
7.3.2	鉴别管理机制 .....	256
7.3.3	跨组织网络的安全管理 .....	258
7.4	实例 .....	266
7.4.1	信息存取控制 .....	266
7.4.2	数据加密算法ODEA及其应用 .....	268

# 第一章 分布式数据处理系统概观

## 1.1 分布式数据处理系统的概念和特征

### 1.1.1 数据处理技术及其发展

随着计算机的产生和发展，数据处理技术获得了前所未有的发展。1984年，全世界数据处理业的收入近1400亿美元，成为仅次于石油业的第二大行业。据粗略估计，全世界运行的计算机中，约有70%用于数据处理。由此可见，数据处理在社会生产发展中已经占有重要的地位。

此外，随着社会生产的发展，在由工业化社会向信息化社会过渡的这段时间内，要处理的数据量将会以指数形式上升，而这些表示人类生活重要信息的数据，已成为企业等部门的宝贵财富。如何有效地收集、处理、传输、存储及交换数据是一个亟待解决的问题。

自从使用计算机进行数据处理以来，数据处理技术已获得飞速的发展。早期的计算机处理形式是，把数据以物理块的方式穿在卡片或纸带上输出或在打印机上打印。这个过程与物理的存取设备密切相关。以后，又出现了文件（文卷）系统。在文件系统中，数据以文件的形式组织、存取与使用。这样，用户就可以按文件名调用数据，从而摆脱了与具体物理存取设备细节的相关性，既方便了使用，又有利于实现数据的共享。70年代初期产生了数据库系统，人们把需要使用的数据，以一定的格式存储在数据库内，并通过数据库管理系统进行存取和操纵，从而大大提高了数据的共享能力和使用效率。

70年代中期，随着分布式系统的发展，数据处理由集中式向分布式发展。现在，分布式数据处理已逐渐成为数据处理中的一种主要方式。这是为什么呢？从经济观点而言，分开处理可以减少硬



件代价；同时，先进的通信设施，如局域网、包交换网络和卫星通信等手段的产生，不仅为建立分布式数据处理系统提供了可能性，还为实现数据共享提供了工具，而这种共享会获得更高的效率。从组织的观点而言，人类日常生活的组织结构在地理上是分散的，而分布式处理有利于分散的各个局部数据库存取的统一化以及数据处理的局部自治性、责任性和占有性等。从技术观点而言，分布处理可提高有效性和可靠性，包括使故障的影响极小化和通过冗余来屏蔽故障等。

由此可见，分布式数据处理有许多优越性，正因为这样，分布式数据处理系统才成为当前数据处理系统的主要发展方向。

### 1.1.2 分布式数据处理系统的特征

分布式数据处理是一种数据处理技术，它是通信技术和计算技术的结合。分布式数据处理系统是由多台计算机通过通信线连接而成的一个数据处理系统，它特别适宜于对于大部分处理是局部的，而又存在少量必要的、全局性处理的应用。

根据恩斯洛 (Enslow) 的定义，一个分布式数据处理系统有以下 5 个特征：

(1) 系统拥有多种通用的资源部件 (包括物理资源和逻辑资源)。它们可以被动态地指派任务，并且，物理资源可以是异构型的。显然，只有存在多种可指派的资源提供服务，才谈得上系统的分布处理。这里，通用是指资源可为各用户所用，例如通用计算机系统或通用处理器。但是，这里的通用并不是说它任何时间都可被任何用户来用。一般说，在给定时间内，它只提供专用服务，但从用户使用的角度来看，它是同时为多个用户服务的。

(2) 系统包含一个连接多台计算机的通信网络。系统的物理资源和逻辑资源是物理分布的，并且通过一个通信网络把它们连接起来以便进行交往，交往的方式是传递信息。使用网络的双方按通信协议来控制信息的传输。这种协议的最重要特征是，允许任何资源 (无论是物理的还是逻辑的) 根据它自身的状态知识

来决定拒绝或接收一个信息。

(3) 系统有一个高级操作系统来统一控制分布式部件。每个处理器有它自己的局部操作系统，而且是唯一的。为了统一控制，必须有一个高级的操作系统或网络操作系统。在高级操作系统和局部操作系统之间不存在任何层次关系，而且，各个局部操作系统也无须是同构型的。

(4) 系统的内部构造对用户是完全透明的。这是分布式数据处理系统的一个重要特征。所谓透明性是指用户只要通过指派做什么就可请求一个动作，但无须指派哪个物理部件或逻辑部件来提供这种服务。例如，用户可利用系统拥有的打印机来输出文件，但它无须指出哪台打印机，也无须知道打印机在哪个结点。

(5) 系统的各结点既是合作的又是自治的。这可能是分布式数据处理系统最重要、最本质的特征。首先是每个局部结点的自治性，即既有较完整的局部处理功能，但又不是简单的自治，而是合作的自治性。这种合作可以通过通信来实现。这就要求在逻辑层或物理层都有传输协议。

在实际应用中，保持系统的有效性是十分重要的。在一个数据处理系统中，如果大量是全局性的处理，那么宜采取集中式的数据处理系统，否则会由于通信的开销而引起系统效率低。相反，如果几乎都是局部性处理，那就不存在合作问题，因而也无须采用分布式系统。因此，既是自治的又是合作的是分布式数据处理系统的一个最重要特征。

### 1.1.3 分布式数据处理类型

#### 一、数据采集系统

如图 1-1 所示，一个数据采集系统由计算机、终端和通信子系统组成。数据的录入可以通过局部连接的本地终端，也可以通过远程终端。终端可以是简单的录入机，也可以是智能化终端。一般，对于经常的大量的数据录入，采用价格低廉的录入机较为合算。录入的数据可以进入本地数据库，也可以通过本地数据库

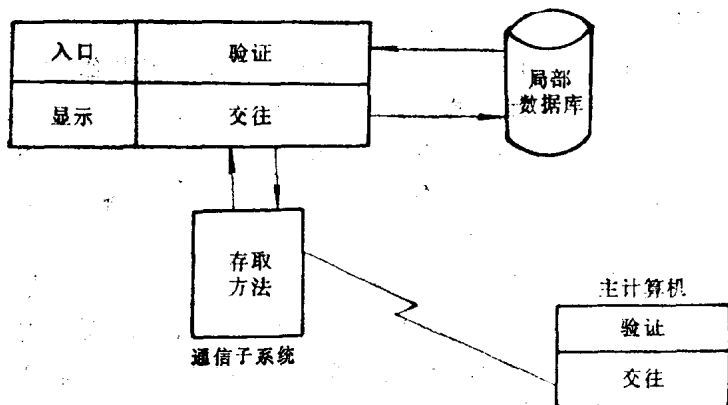


图1-1 一个典型的数据采集系统

进入系统的主计算机，或直接进入系统的主计算机。一般说，本地计算机比主计算机小。

## 二、面向通信的系统

这类系统由前端处理器、智能化的多路转接器/集线器、智能化网络以及卫星通信设备组成。其中主机接口和网络互连器(Gateway)都采用国际标准。图1-2所示的就是一个面向通信的系统。

## 三、远程终端系统

如图1-3所示，远程终端系统由主机、前端处理器、多路转接器/集线器和终端(T)组成。前端处理器代表主计算机处理通信；多路转接器/集线器供多个用户共享单个线路。为了提高效率，它们可以分成3种不同的层次：区域的、局部的和轮询的。其中，轮询的控制将用于共享特种类型连线的控制器。

## 四、共享资源网

如图1-4所示，共享资源网由服务中心、终端和通信子网络组成。它的目标是实现资源共享。整个服务中心网络(如公共数据网络)允许作业选择一个最好的服务，包括专用硬件(如快速傅里叶变换，数组处理器)、专用软件和数据库等。

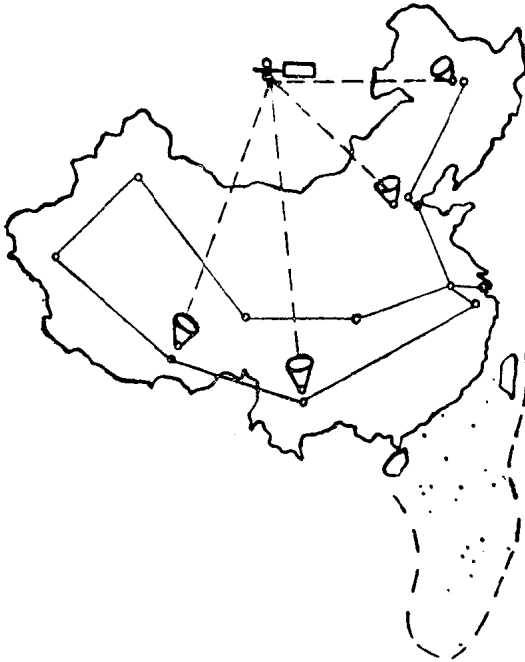


图1-2 一个面向通信的系统

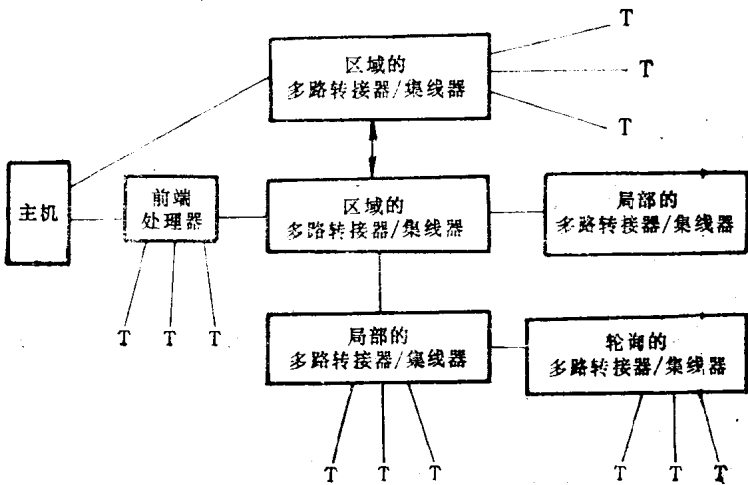


图1-3 一个典型的远程终端系统

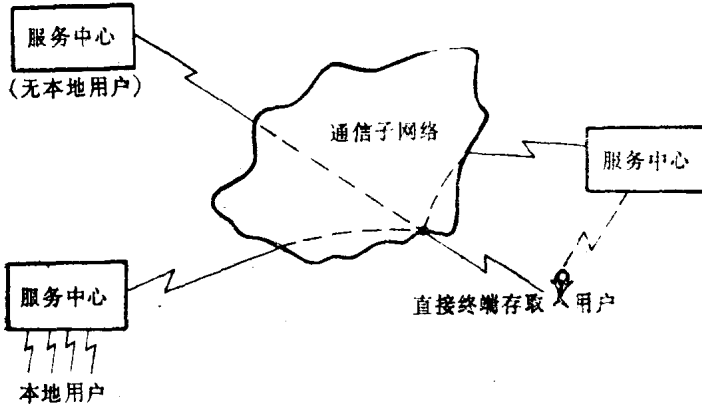


图1-4 共享资源网

### 五、层次系统

一个层次系统通常有3层：中央处理机、中间处理器、局部存取设备（如终端、实验室小型机、过程控制器等）。如图1-5所示，层次系统分别由相应的主机，卫星机和过程控制机组成。某

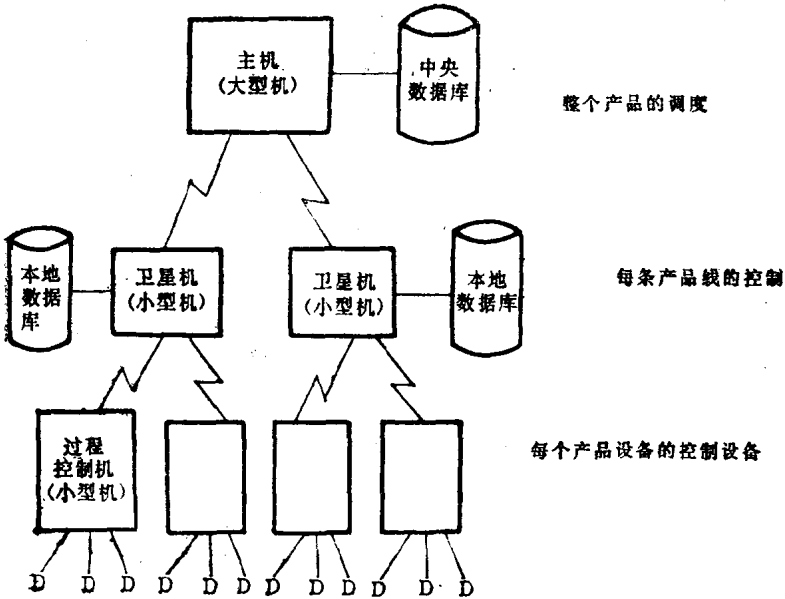


图1-5 一个用于工厂管理的层次系统

一个层次往往为某个功能服务。图 1-5 中右边的说明就是针对一个工厂的实际系统所实现的不同功能。

## 六、办公自动化

办公自动化是分布式数据处理系统的一个新应用领域。如图 1-6 所示，这类系统通过一个分布式数据处理系统在一个局部区域内连接所有的办公室设备，来实现个人通信（终端对终端）和共享资源（存储器、打印机）等。同时，还可以通过提供远程系统的网间互连器（又称信关），把多处其它的局部系统连接起来，并且实现存取共享数据库。

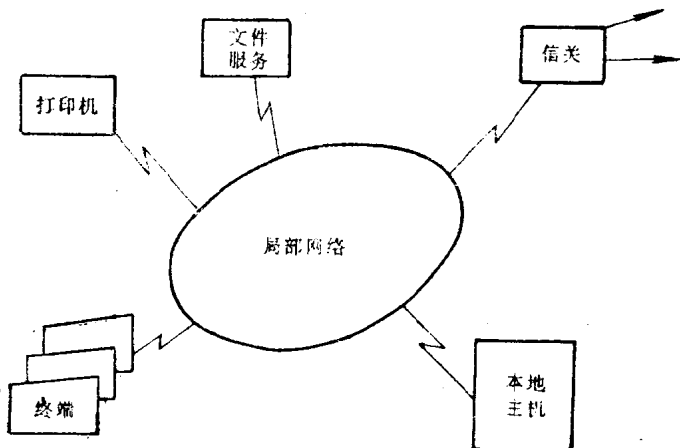


图1-6 办公自动化系统

## 1.2 分布式数据处理和个人计算机

### 1.2.1 小规模计算机应用

小规模计算机应用一般指对计算机软硬件的要求相对来说是比较小的那些应用。例如：文本编辑，电子文件 (spreadsheet)，记录管理或有限的数据库管理系统 (DBMS)。它们往往只要求容量不大的存储器，也无需特定的处理器。

许多小规模应用（例如电子文件）在个人计算机上运行也许

比在主架机上运行更合适。其理由是：交互方便，维护方便且价格低。但是，把某些小规模应用从主架机移到个人计算机后，用户本身要担负一定的开发责任。

我们把在个人计算机上处理的应用称为小规模应用的独立处理。独立处理的类型有以下几种。

### 一、用作分布式数据处理系统的信息出口

如图 1-7 所示，采用独立处理的小系统的优点是：消去了对分开的计算机终端的要求；可以访问全部有效信息资源；通过在个人计算机中的程序加强了用户界面的能力，存储和操纵本地数据的能力以及表示不同数据类型的能力。

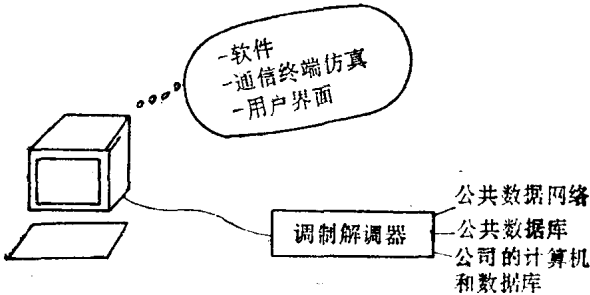


图1-7 “信息出口”的组成

### 二、用作事务分析

这种处理类型将电子文件模型化。例如，可以建立问题模型和标准的模式（表目关键变量）。还可以用于小型会计系统和超级计算，也可以用于许多一般应用的软件包，并且根据需要开发和购买顾客的软件。

### 三、用作文件系统

这类系统处理存储格式化的记录并用于检索和报表生成。它的容量一般限于几十万个字符（记录大小×记录数）。

### 四、用作文本编辑

如图 1-8 所示，使用个人计算机进行文本编辑将大大方便用户。例如，文字处理将大大提高起草文件的能力和效率。

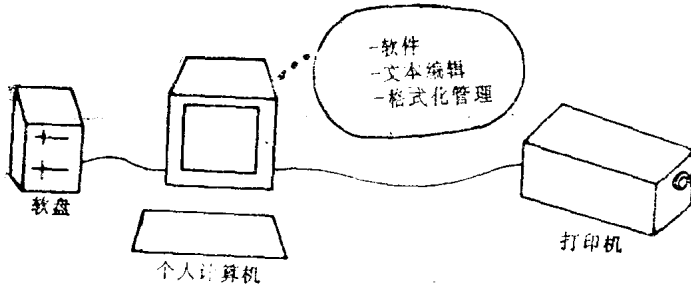


图1-8 一个简单的文本编辑系统

### 1.2.2 具有个人计算机的分布式数据处理的形式

#### 一、个人计算机与主架机

个人计算机独立处理系统使用方便，维护简单，但其功能毕竟不能很大。因此，一个实际应用系统往往由个人计算机和规模在小型计算机以上的主架机组成。

表1-1列出了个人计算机与主架机的功能比较。可以看出，个人计算机的功能相对有限，只适合于处理一些小规模的计算机应用。为了满足较大规模的应用，往往采用把个人计算机连接到主架机上的方法。

表1-1 个人计算机与主架机的功能比较

PC	主架机
通用处理器	通用处理器
有限内存与外存	大容量内存和外存
相对贫乏的软件	相对高质量的软件
好的响应时间	响应时间与负载有关
廉价的一次性代价	昂贵的连续性代价
单用户	多用户

在图1-9所示的系统里，运行在个人计算机上的应用程序往往需要访问主架机数据库，也可能需要主架机内的辅助程序。同时，还需要实现从个人计算机到主架机的数据传送，这种传送可以通过仿真终端交往数据，也可以从网络的同等层（Peer）交往数据。



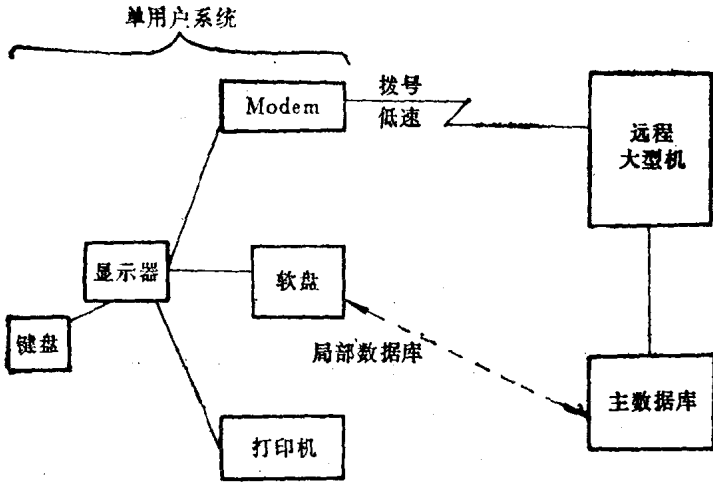


图1-9 个人计算机与主架机组合的系统

## 二、局域网

局域网用以将若干台个人计算机连接成分布式数据处理系统，它的传输距离一般在几公里范围内。已经有许多局域网付诸实用，例如 omninet, Ethernet, PC-net 等等。图1-10 示出了一个典型的局域网模式。

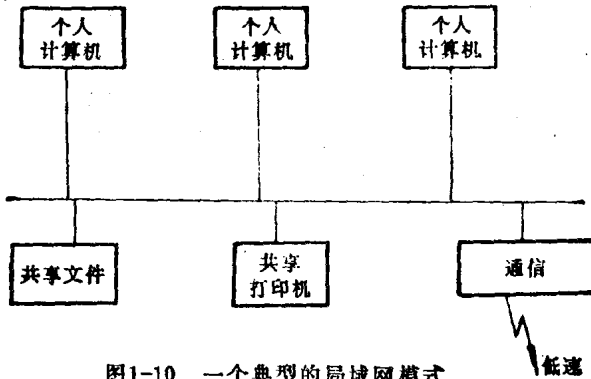


图1-10 一个典型的局域网模式

## 三、局域网与主架机

图 1-11 示出了一个基于局域网的办公自动化系统的结构，这