

# 计标机组织与系统/370

惠毓明等译

天津市计标机仪器工业公司情报站出版

# 计标机组织与系统/370

惠毓明等译

天津市计标机仪器工业公司情报站出版

## 序 言

1970年6月30日IBM公司宣布370系列计算机作为极成功的360系列的相容的继承者一事，奠定了360/370的设计思想为计算技术的基准点。

本书主要目的有二：（1）以370系统为媒介，介绍计算机和程序设计；（2）向在计算机科学上有经验的人介绍370系统。本书分三个主要部分（共十二章）和三个附录。第一部分——计算机和程序设计概念、介绍了计算机系统和设备以及程序设计和语言。第二部分——370系统结构，叙述包括数据通道组织和输入输出在内的370计算机系统整个结构。第三部分——370系统和设备、叙述了370系统的135、145、155和165型计算机，直接访问存贮器和输入输出设备。附录包括：微程序设计、仿真和兼容性；370操作系统；存贮体系的概况。

本书旨在面向一般读者，所以凡与本书主题无关的专门知识均未涉及。本书可以用在以下三个方面：

1. 作为系统程序设计员和数据处理管理人员的一般参考。
2. 作为工程师、科学家、系统分析和程序设计者等专职人员进修提高用。
3. 作为专科学校或计算机和程序设计课程的教科书。

本书不能作为370系统参考手册用，而只能作为了解370系统的结构和功能的一本入门书。

Harry, Katzan, Jr

1971年5月

## 译者序

美国IBM公司的370系列计算机发表于七十年代初，应用广泛，影响很大。七十年代中、后期相继公布3000和4000系列，从系统上看，仍为370系列之发展和扩充。

本书较全面地介绍了370系列计算机的概况，可作了解370系列的入门。本书初稿译于一九七四年。由于各种原因没有出版。近年来，有些单位，有些读者，因工作需要，索要译稿。因而重新考虑其出版问题。天津市计算机公司积极负责地承担此任，使本书得以与读者见面。

周国立、吴庆宝、惠毓明、游鄂毓、邵甲栋、尹祯祚、郭能发、李意天分别翻译了第1、2、3、4、5、6、7、8各章，惠毓明还翻译了附录。考虑到某些欠缺，由惠毓明同志补写了虚拟存贮和微程序二章。徐非、朱新甫方家骐张国良江学国等参加校对，游鄂毓、陈崇连、徐非作最后通读修订。因水平所限，差错一定很多，如蒙指正，不胜感激。

译者

一九八〇年于北京

# 目 录

## 序

### 第一部分 计算机和程序设计概念

|     |                     |     |
|-----|---------------------|-----|
| 第一章 | 计算机系统和设备 .....      | 1   |
| 1.1 | 引言 .....            | 1   |
| 1.2 | 计算机系统的基本概念 .....    | 2   |
| 1.3 | 主存贮器 .....          | 10  |
| 1.4 | 中央处理机 .....         | 24  |
| 1.5 | 输入和输出控制 .....       | 32  |
| 1.6 | 大容量存贮器和输入输出设备 ..... | 38  |
| 1.7 | 多机系统结构 .....        | 45  |
| 第二章 | 程序设计系统和语言 .....     | 52  |
| 2.1 | 引言 .....            | 52  |
| 2.2 | 算法和程序 .....         | 53  |
| 2.3 | 程序设计语言的结构 .....     | 61  |
| 2.4 | 操作系统原理 .....        | 83  |
| 2.5 | 信息管理 .....          | 94  |
| 2.6 | 远距离计算 .....         | 99  |
| 2.7 | 小结 .....            | 101 |

### 第二部分 370系统的结构

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 第三章 | 370系统的结构格式 ..... | 103 |
| 3.1 | 系统的基本结构 .....    | 103 |
| 3.2 | 系统控制的功能 .....    | 115 |
| 3.3 | 存贮器的设计与编址 .....  | 130 |
| 3.4 | 处理部件的功能 .....    | 134 |
| 3.5 | 转移与控制操作 .....    | 146 |

|     |                       |     |
|-----|-----------------------|-----|
|     | 3.6 小结.....           | 152 |
| 第四章 | 通道构成与输入输出 .....       | 154 |
|     | 4.1 引言.....           | 154 |
|     | 4.2 输入输出通道的构成.....    | 156 |
|     | 4.3 输入输出编址、指令和命令..... | 162 |
|     | 4.4 输入输出的程序设计和操作..... | 171 |
|     | 4.5 小结.....           | 183 |
|     | 第三部分 370系统和设备         |     |
| 第五章 | 370系统135型 .....       | 185 |
|     | 5.1 135型简介 .....      | 185 |
|     | 5.2 处理器.....          | 161 |
|     | 5.3 存贮器和控制台外存.....    | 193 |
|     | 5.4 输入输出通道和转接器.....   | 197 |
|     | 5.5 系统的可靠性和利用率.....   | 201 |
|     | 5.6 支持机构.....         | 205 |
| 第六章 | 370系统145型 .....       | 207 |
|     | 6.1 145型简介 .....      | 207 |
|     | 6.2 处理器.....          | 213 |
|     | 6.3 存贮器和控制台外存.....    | 214 |
|     | 6.4 输入输出通道.....       | 219 |
|     | 6.5 系统的可靠性和利用率.....   | 223 |
|     | 6.6 支持机构.....         | 228 |
| 第七章 | 370系统155型 .....       | 230 |
|     | 7.1 155型简介 .....      | 230 |
|     | 7.2 处理器.....          | 237 |
|     | 7.3 存贮器.....          | 240 |
|     | 7.4 输入输出通道.....       | 245 |

|       |      |              |     |
|-------|------|--------------|-----|
|       | 7.5  | 系统的可靠性和利用率   | 248 |
|       | 7.6  | 支持机构         | 252 |
| 第八章   |      | 370系统165型    | 253 |
|       | 8.1  | 165型简介       | 253 |
|       | 8.2  | 处理器          | 261 |
|       | 8.3  | 存贮器          | 265 |
|       | 8.4  | 输入输出通道       | 272 |
|       | 8.5  | 系统可靠性和利用率    | 274 |
|       | 8.6  | 支持机构         | 278 |
| 第九章   |      | 直接存取设备       | 281 |
|       | 9.1  | 引言           | 281 |
|       | 9.2  | 数据结构         | 285 |
|       | 9.3  | 程序设计和操作概念    | 291 |
|       | 9.4  | 旋转定位读出和多重请求  | 297 |
|       | 9.5  | 小结           | 299 |
| 第十章   |      | 输入输出设备       | 299 |
|       | 10.1 | 引言           | 300 |
|       | 10.2 | 3330磁盘存贮器装置  | 304 |
|       | 10.3 | 2305固定头存贮器   | 310 |
|       | 10.4 | 3211打印机      | 346 |
| 第十一章  |      | 虚拟存贮         | 314 |
| 第十二章  |      | 微程序          | 346 |
| 附录: A |      | 微程序设计、仿真和兼容性 | 364 |
|       | B    | 370系统的操作系统   | 376 |
|       | C    | 多级存贮系统概论     | 389 |
|       |      | 名词缩写         |     |
|       |      | 主要技术名词索引     | 420 |

# 第一章 计算机系统和设备

## 1.1 引言

一个有名的计算机广告上登了这样一句话：“计算机工作，人思考。”这句话反映了计算机设计和结构的本质。计算机之所以能够存在，正因为它能完成特定类型的任务，而且这些任务的性质在很大程度上决定着如何设计和使用计算机。今天，大多数计算机都属于通用计算机，这就意味着它们使用计算机系统的功能部件按预先指定的顺次执行各种操作，以满足特定的使用要求。很明显，随着系统复杂性的增加，它的通用性也就增加。把一些功能部件组合成一个完整的计算机系统的方法称之为系统结构。虽然计算机结构本身并不能解决任何问题，但是它确实提供了解决问题的能力。例如，信息收集系统的设计必须包括相当数量的大容量存储设备。同样，复杂的物理问题常常需要能高速执行算术操作的计算机。

促成大多数计算机通用性的另一因素是旨在让它们执行基本操作，如加法、移位和数据传送。把基本操作编制成有意义的次序的过程，导致了人们工作的相对新的形式——计算机程序设计。只要计算机系统提供一定能力，那么就能研制出由基本操作构成的计算机程序，以完成信息处理领域中任何可限定的任务。自然、复杂信息处理的任务通常需要复杂的计算机程序，而简单的任务一般只需要简单的程序。

本书只谈计算机的结构和它们的功能。然而，并没有忽略计算机程序设计的技巧，并且许多计算机的课题是从程序

设计的角度上介绍的。同时，第二章专门谈程序设计系统和语言。本章的其余部分涉及到计算机系统和设备、并且着重于介绍构成整个计算机系统的功能部件。

在看了简短的引言之后，在计算机和数据处理方面有经验的读者可直接去看第三章和1370系统计算机。而愿意多了解一些的读者可以探究这章的其余部分和包含较多基本内容的第二章。

## 1.2 计算机系统的基本概念

### 系统部件

数字计算机与人极相似，它含有存贮、制控、处理、输入和输出等功能部件。虽然所有通用计算机都有这类部件，但每个部件在物理特性上是不同的。如图1.1所示，控制和处

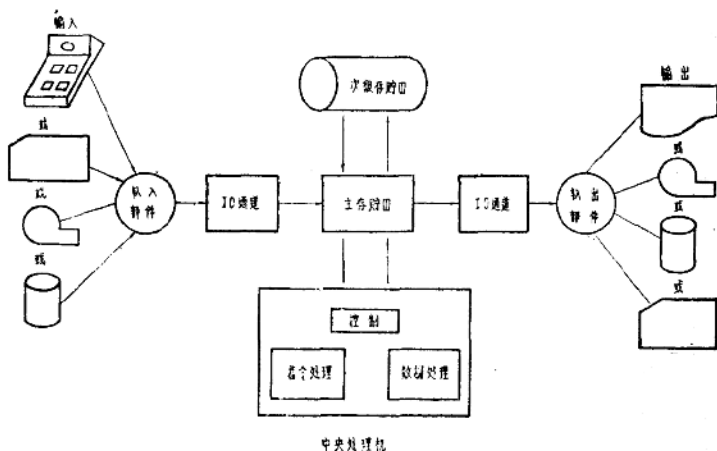


图 1.1 计算机系统典型部件

理部件组成了中央处理机，它控制和执行计算机的基本指令。信息（包括计算机指令和数据）存放在主存储器里，而次级存储器通常在计算机信息太多时和保存中间结果时使用。输入输出部件包括各式各样的设备，从低速卡片或键盘输入设备到高速磁性旋转设备（像磁鼓存储器）和宽频带数据传送装置。尽管计算机系统的整个输入输出是由中央处理机控制的，但平常是用主存储器和输入输出部件间传送数据而并不依赖于中央处理机，并能连续处理数据。

### 计算机指令格式

计算机的程序设计包括一系列指令说明，它告诉计算机将要执行的正确操作。如上所述，计算机指令与操作所用的数据一起存放在主存储器里。很明显，即使指令和数据都是数字式编码，其格式和数的内容也是不同的。计算机和计算机之间指令的格式是变化的，但信息的数量以最少为佳。下面列出了一览表并在图1.2中从概念上加以叙述。

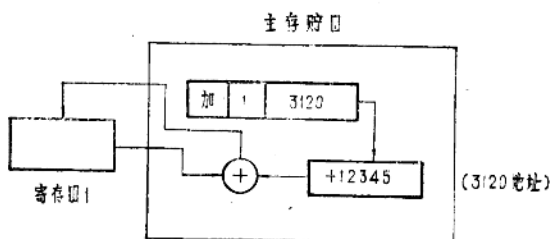


图 1.2 计算机指令的一般格式和含义

1. 告诉计算机将履行哪种功能的操作。

2.表示信息的一个或多个操作数，计算机执行对于这个信息预定的操作。

3.扩大操作和操作数的变址器 (Moaifiers) 。

操作数 可能是主存贮器 (见图1.2) 里放有相应数据的物理位置的地址，也可能是指令本身所包含的信息。在一些计算机中，指令格式只要求一个操作数，而在另一些计算机中则需要二个或多个操作数。另外，有些计算机\* 允许指令长度不同，这完全依赖于执行的操作特性。然而，就一般情况而言，在计算机存贮器中把指令表示成机器形式——通常采用进二制。例如，对图1.2中的加 (ADD) 操作可以用二进制数01011010来编码。表示二进制数的最方便方法是使用与它相当的其他数制，如十六进制。表1.1给出了与四位二进制数所有可能的组合对应的十六进制数，因此，二进制数01011010比较简单地表示成十六进制的5A。虽然，像ADD这类记忆操作码被广泛使用，但是，这类操作码却仅仅用来简化程序设计并不能由计算机直接执行。符号操作码和程序语言的特征在有关程序设计系统和语言的第2章里介绍。

---

\* 370 系统是其中之一

表1.1与四位二进制数所有可能组合对应的十六进制

| 十六进制 | 二进制  |
|------|------|
| 0    | 0000 |
| 1    | 0001 |
| 2    | 0010 |
| 3    | 0011 |
| 4    | 0100 |
| 5    | 0101 |
| 6    | 0110 |
| 7    | 0111 |
| 8    | 1000 |
| 9    | 1001 |
| A    | 1010 |
| B    | 1011 |
| C    | 1100 |
| D    | 1101 |
| E    | 1110 |
| F    | 1111 |

### 计算机数据的形式

数据通常取决於某一特殊应用，並且大多数计算机使数据以有利於机器表示和计算机处理的形式存贮。像+25或-12.3的定点值以带符号的二进制值形式（见图1.3）或十进制数格式保存（见图1.4）。图1.4采用了字节概念。

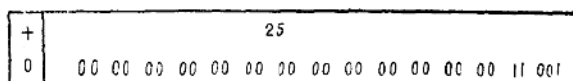


图 1.3 以带符号的二进制形式表示的定点数

每个字节包含8位二进制数字,容纳一个字符信息或二个十进制数字;在本章的其后部分叙述。当执行定点数的算术运算

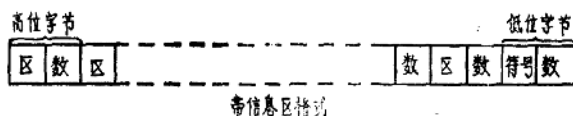


图 1.4 十进制数格式

时，程序员自己必须知道小数点的位置，而计算机的电路并不知道含有小数点。

像 $3 \times 10^8$ 这种称之为工程和科学的记数法，在计算机术语中叫做浮点记数法，许多计算机增添了有效使用浮点数据的操作。图1.5给出了浮点格式的一般形式。图1.6表示已简化的十进制格式的 $3 \times 10^3$ 值。通常浮点格式要求尾数和阶码

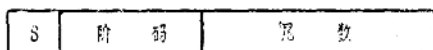


图 1.5 浮点格式

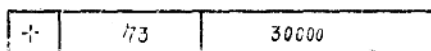


图 1.6 使用大於64的移码而简化的十进制格式里的  $3 \times 10^8$  值

二者均带符号。然而移码 \* 消除了阶码部分所需要的符号。字符数据和逻辑数据是另外经常遇到的两种数据类型。字符数据通常以可变字节长的格式存放（见图1.7），而逻辑数据经常以一个或多个二进制数字存放。

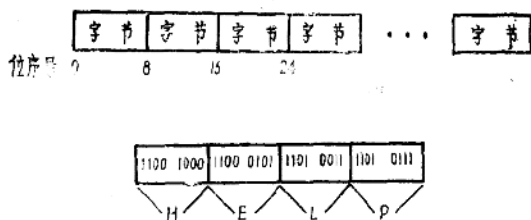


图 1.7 字符数据的可变字节长格式

### 存贮程序概念

现代计算机采用了存贮程序概念，这意味在中央处理机对指令和数据操作之前，计算机的这些指令和数据必须存放

\* 移码是指把一个大的正数值加到阶码上使 它 永 远 为 正，並消除了需要一个符号位的技巧。

到主存贮器中。然而当指令和数据未被使用时，可存放在其他存贮介质中。后一种情况在一段长的或暂短的时间内可以节省主存贮器的信时息量，而此时中央处理机仍在执行其他的程序或使用其他的数据。

就计算机而言，指令和数据二者在机器内是以同样形式进行编码的，而且具有一样的外形——二进位序列。如果，当中央处理机需要指令时，那么它所取的一段信息就看作是计算机的指令。同样，如果需要操作数时，中央处理机所取的信息就看作数据。通常并不使用一个信息项即作为指令同时又作为数据。一般地说，程序（即计算机指令序列）和数据在存贮器中并不占有特定区域，然而为了方便和提高操作效能通常把每个类型都组合在一起。

存贮程序概念有几个优点：第一，与其他设备固有的机电速度相比，中央处理机是以电子速度存取信息。第二，通过从输入设备简单读出一组新的指令送到主存可以很方便地改变程序。最后，可以研制出能自身修改的指令序列，因而提供许多灵活性。

## 程序设计和操作概念

有关研制和运行计算机程序（由机器执行）的基本知识对了解计算机基本概念是必要的。关于这方面的许多材料在第二章（程序设计系统和语言）进行详述。图1.8描述了发展过程并归纳成不同步骤。

1. 用户使用程序设计语言（像FORTRAN或COBOL）或面问机器的语言（称之为汇编语言）准备他的程序（通常是一系列语句）。

2. 用另外的计算机程序（如编译或汇编程序）

把用户程序翻译成计算机指令和数据。

3. 用装填程序 (Loader program) 把用户程序送入计算机内并开始执行用户的程序。

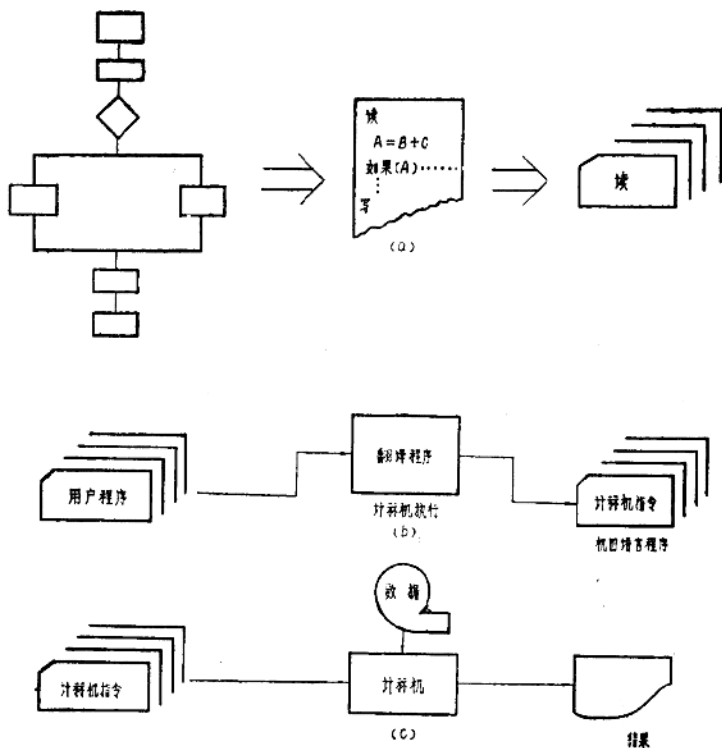


图 1.8 程序设计和操作概念。(a)准备程序。(b)翻译成计算机指令。(c)执行用户程序。

4. 用户程序从输入设备读数据、进行计算並把其结果写到输出设备上。通常经典的科学计算机程序读少量数据、执行大量计算並写出少量的输出数据。另一方面，我们知道经典的商业数据处理程序读写大量的信息，但执行少量的计算。很明显，大量计算机的应用在某些地方介於二者之间。

计算机应用的领域 就其内容来说已 是多种多样：（1）输入和输出设备可放置在离计算机几英里以外的地方並且通过电话线连接它。（2）几个用户程序可共用同一计算机系统。（3）现代计算机有足够高的速度和灵活性，这样用它来实时控制物理过程。

整个计算机系统的效能取决於以下四个重要因素：

（1）构成功能部件的电路基本速度。（2）功能部件的内部构造。（3）组合功能部件形成整个系统的方法。（4）应用计算机所使用的程序。本章的剩余部分和本书其他几章都再三叙述这些因素。

### 1.3 主存贮器

在很大程度上整个计算机系统的功能取决於主存贮器的结构和实现方法。有些特征是特别重要的：（1）物理存贮介质。（2）存贮器的结构和访问的方法。（3）存贮单元的排列。

依据定义，主存贮器必须直接编址並且必须以近似中央处理机的速度工作。信息按位（二进制数字）存贮，並且每位物理上可以由高价的高速电路或较便宜的低速物理方法像磁芯、薄膜和磁环线实现。最普遍的是使用磁芯\*做主存贮器，而且经常把磁芯存贮器这一名词作为主存贮器同义语。