

计算机系統

及其在机械工业

中的应用

JIQIZAIJIXIE
GONGYEZHONG
DEYINGYONG

机械工业出版社

计算机系统 及其在机械工业 中的应用

张心耘 李怀祖 ~~施~~鸿宝 编



机械工业出版社

本书通俗明了地介绍了计算技术在机械工业各个领域中的应用，共分六章：一、计算机的构成与发展概况；二、计算机及其软件系统；三、计算机辅助制造系统；四、计算机辅助设计系统；五、管理信息系统；六、集成生产系统。

本书详细叙述了计算机辅助生产系统、辅助设计系统和管理信息系统的发展过程、现状及发展方向，着重分析上述各系统所用到的计算机软件结构，介绍了计算机系统及软件的基本知识，并给出了较多的说明图表。

本书可作为机械工业各级技术人员和管理人员全面了解这方面新技术的入门书；对有关计算机专业人员也有参考价值。

计算机系统及其在机械工业中的应用

张心耘 李怀祖 施鸿宝 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $8\frac{3}{8}$ · 字数 185 千字

1981年12月北京第一版 · 1981年12月北京第一次印刷

印数 0,001—0,800 · 定价 0.88 元

*

科技新书目：11—96

统一书号：15033 · 5165

前 言

目前电子计算机在科研和生产领域得到了广泛的应用，计算机技术的大量应用又使科研、生产部门的活动发生了质的变化。计算机在工程技术、生产部门发挥着什么样的作用，这是人们普遍关心的问题。

一个近代的计算机系统是极为复杂而庞大的，其应用又是多种多样的，这里我们不准备对各个领域的问题做详尽、细致的介绍。本书主要是为工业生产部门的技术人员和业务管理人员编写的，目的在于使上述人员概要地了解计算机系统的基本构成，并对计算机系统在机械工业生产领域的应用有一个初步的了解。

全书分为两大部分：第一部分（前两章）从计算机的基本概念谈起，介绍了计算机系统的产生与发展以及近代计算机系统硬件的基本配置；着重讨论了计算机各类软件系统的基本原理及其不同的应用领域，为读者提供计算机系统的基本知识；第二部分（后四章）进一步介绍了计算机系统在机械工业中的应用，对计算机在机械工业应用的三大领域——计算机辅助设计和辅助制造、管理信息系统以及综合起来的集成生产系统分别做了概括的叙述，如各类应用系统的工作原理、所用到的重要硬件配置与软件结构等均给予相应的介绍。

本书在编写过程中曾请李叔钦、刘昌其、杨念祖、黄国楨、赵允生等同志审阅了书稿，并提出了许多宝贵意见，在此谨表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误与欠妥之处，恳切希望读者提出批评和意见。

编者

目 录

第一章	计算机的构成与发展概况	1
第一节	计算机的基本概念	1
第二节	计算机软件的基本概念及发展	12
第三节	计算机在机械工业方面应用的发展	29
第二章	计算机及其软件系统	36
第一节	近代计算机系统组成	36
第二节	计算机操作系统	53
第三节	分时操作系统	74
第四节	实时操作系统	81
第三章	计算机辅助制造系统 (CAM)	88
第一节	数控机床	89
第二节	计算机辅助编程	99
第三节	加工过程优化	107
第四节	计算机操纵的数控系统	114
第五节	计算机辅助制造系统的组成	121
第四章	计算机辅助设计系统 (CAD)	136
第一节	概述	136
第二节	绘图自动化	140
第三节	交互设计系统的组成及原理	144
第四节	机械零件图形的描述	167
第五节	交互设计系统的应用	176
第五章	管理信息系统 (MIS)	183
第一节	管理信息系统概述	183
第二节	数据的基本结构	192

IV

第三节	数据处理语言 COBOL	205
第四节	管理信息处理实例	222
第五节	数据库	236
第六章	集成生产系统 (IMS)	249
第一节	集成生产系统的软件组成	250
第二节	生产计划及控制程序包	254
参考文献	261

第一章 计算机的构成与发展概况

自从1946年第一台电子数字计算机（简称电子计算机或计算机）问世以来，计算机得到了极快的发展。早期的计算机是用电子管制造的，体积大，运算速度慢，每秒只有几千次。现代计算机采用大规模以至超大规模集成电路制成，体积大大减小，运算速度达到每秒上亿次。

计算机能得到迅速发展，其重要原因是生产和社会活动的很多领域都需要广泛应用它。计算机促进了各项科学技术的发展，反过来各种先进技术又加快了计算机的发展步伐。目前计算机已广泛用于科学计算、工业生产过程的自动控制、宇宙航行、各种新型设备的辅助设计、文字翻译以及各种各样的数据处理：企业行政管理、银行金融管理、仓库管理、情报的收集与检索等等。

第一节 计算机的基本概念

一、计算机的工作原理和基本结构

尽管计算机能自动、迅速、准确地计算各种复杂的问题，但它毕竟是人们长期实践活动的总结，只要我们考察一下人是怎样进行计算的，就可以明白电子计算机的工作原理。

假如用纸、笔和算盘来计算 $92 - 15 \times 5 = ?$ 这样一道简单的算题，对于一个小学生来说，计算过程大致如下：

第一步：根据所给的题目，想好计算方法和计算步骤，

并把计算公式、步骤和原始数据写在纸上；

第二步：根据写在纸上的算式及原始数据在算盘上进行计算，对这个算题按先乘除后加减的原则，先做乘法 15×5 ，求得的中间结果 75 写在纸上，然后再做减法 $92 - 75$ ，求得最后结果 17；

第三步：将最后结果 17 写在纸上，到此完成该题的计算。

从上述过程可以看出，要完成一道算题必须具备：

进行计算的装置：如算盘；

存放算题、原始数据、中间结果和最后结果的装置：如纸张。在整个计算过程中，将需要记录的数据都“记存”在纸上。当要“取出”时，再从纸上置于算盘，以进行计算；

进行控制的装置：上述的计算都是在人的大脑指挥下进行，由手去执行的。

所以电子计算机也必须有一个进行计算的装置，叫做运算器。它能自动进行加减乘除等算术运算及其他运算；它还必须有一个记存计算步骤、原始数据、计算结果的装置，叫做存储器。存储器好比一座大楼，里面有许许多多的房间，每个房间都编了号码，这些号码叫做地址，知道地址就可以找到房间里的人了。计算机就是用地址来找放在它里面的数与结果的。计算机还有一个进行控制的装置，叫做控制器。它能按照事先规定的计算步骤或根据中间运算情况自动决定下一步应该如何运算，用哪些数据计算，将结果存储在什么地方。

另外，计算机还必须有输入装置和输出装置，输入装置将人们提供的数据、计算步骤以一定方式加以转换，变成计算机所能识别的形式送入计算机的存储器内，例如卡片输入

机、纸带输入机等。输出装置则是将计算机的运算结果以人们所能理解的形式送出，例如行式打印机，卡片输出机等。

综上所述，电子计算机最基本的组成部分就是：运算器、控制器（这两部分合起来常称为中央处理机，用CPU表示）、存储器、输入装置和输出装置。它们之间的关系如图1-1所示。其中存储器又分为内存储器（内存）与辅助存储器（外存），后者实际上是既可输入又可输出的装置，例如磁带机、磁鼓、磁盘等，因此可用这些设备存放数据信息。

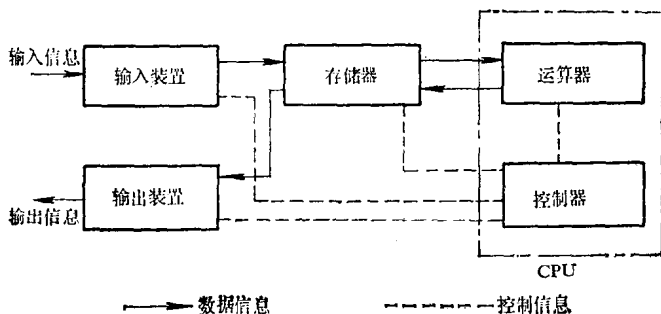


图 1-1

电子计算机与其他计算工具，如算盘、计算尺、手摇和电动计算机有什么质的不同呢？从上面所举算盘的例子可以看到，在具体计算时，先要把数据设置在算盘上，然后用手去操作进行计算，将每一步的中间结果记录下来，……，如此重复进行。这种方式的缺点是把大量的时间花费在计算过程中人的干预，从而降低了实际运算速度。

提高计算速度的关键在于把“人的干预”减少到最低限度，这正是电子计算机工作的最重要特点。于是要求人们把计算的步骤及数据全部先行存入计算机内，由计算机按步骤

自动去计算、自动地记录分析数据，最后把结果显示出来。这就是所谓“存储程序式计算机”。这样，对于具体问题的计算速度就完全决定于计算机处理这些事情的速度，由于电子计算机每秒能进行数万至数千万次至上亿次的运算，这就可以在极短的时间内完成极其巨大的运算量，这是一般人工所无法实现的。

二、电子计算机中数的表示与指令形式

1. 数制

数制就是计数的方法，最常用的是“逢十进一”的十进制数制。此外，也有其他的数制：如旧秤十六两为一斤，这是十六进位数制。钟表六十分钟为一小时，六十秒为一分钟，这是六十进位数制等等。

2. 计算机采用的二进位数制与二十进位数制

如果在机器中采用十进制，那就要用电子元件的十个不同的状态来表示 0、1、……9 这十个符号，要实现这一点显然是有困难的。人们注意到，在电子技术不断发展的基础上出现了大量的可具有两个不同稳定状态的电子元件，如晶体管的截止和饱和，开关的通和断，铁氧体磁芯的正向和反向磁化，它们都是互相对立的两种状态。显然，如果利用这两种状态来表示两种符号“0”和“1”，那么在机器中表示二进位数制是很容易实现的。

在二进位数制中只有 0，1 两个数码符号，如二进制数 101.11 是二进制数展开式 $1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$ 的缩写，表示成十进制数为

$$4 + 1 + 0.5 + 0.25 = 5.75$$

二进制数的运算规则是：

加法运算是逢二进一，即 $0 + 0 = 0$ $0 + 1 = 1$

$$1 + 1 = 10$$

$$\text{乘法运算是: } 0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 1 \times 0 = 0 \quad 1 \times 1 = 1$$

例如:

$$\begin{array}{r} 110 \\ +) 101 \\ \hline 1011 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 110 \\ \times) 11 \\ \hline 110 \\ 110 \\ \hline 10010 \end{array}$$

由此可见, 二进制数的优点在于机器容易表示, 而且运算简单。

另外还有八进制数与十六进制数, 这是从二进制数变化而来的。例如一位十六进制数等于四位二进制数, 即

$$(0)_{16} = (0000)_2 \quad (1)_{16} = (0001)_2 \cdots \cdots$$

$$(9)_{16} = (1001)_2 \quad (A)_{16} = (1010)_2 \cdots \cdots$$

$$(F)_{16} = (1111)_2$$

这里用 A、B、……F (也可以用 $\bar{0}$ 、 $\bar{1}$ 、…… $\bar{5}$) 表示 10、11、……15。

这样, 一个十六进制数 $(42C)_{16}$ 就等于如下的二进制数 $(010000101100)_2$, 显然前者书写更为简洁。

此外, 用于数据处理的电子计算机, 由于要处理十进制数, 为此引入二-十进制数, 就是用四位二进制数的编码来表示一位十进制数。即

十进制数	0	1	2	……	8	9
二-十进制数	0000	0001	0010	……	1000	1001

例如一个二-十进制数 $(1000 \ 1001 \ 0000 \ 0101)_{2-16}$

就表示十进制数 $(8905)_{10}$ 。

二-十进制数的表示方法常用于计算机的十进制运算操作。

3. 计算机的信息格式

计算机常常将八个二进制数位作为基本单位,称为字节。而存储器单元可以字节为单位进行编址,通常是从零开始顺序编号,每一个编号为相应字节单元的地址;对于按字节组进行编址时,一般采用其最左字节的编号作为该字节组的地址。所编写的地址也用二进制数来表示。

另外还有“字”的概念:“字”由几个顺序排列的字节组成。由于机器的设计方法不同,考虑“字”的长度也不同:有两个字节构成一个“字”,也有四个字节或六个字节构成一个“字”的,这里就不详叙了。

4. 指令

所谓指令就是使计算机完成一种基本操作的命令,每一台计算机都有一套反映机器操作功能的指令系统。一般来说,一条指令应包含的内容是:首先要有表示进行什么操作的代码,称为操作码;其次还应给出进行操作的数在存储器中的地址码。这样,指令的一般形式可以写为

操作码 操作数地址码

前者决定操作类型,后者决定操作对象。通常计算机内的指令都是用二进制数形式来表示的。例如某台计算机内的一条指令 $2C\ 0180$ (用十六进制数书写) 中的操作码 $2C$ 表示送数,即将操作码地址中的数送到运算器中的累加器,那么,计算机执行这一指令时,将存放在 0180 地址中的数送入累加器中。

这里要注意的是,指令中的操作数地址码可以不止一

个，这是由计算机的不同设计方式所决定的。

三、程序设计的任务

1. 程序的基本概念

如上所述，每台计算机都有一个指令系统，其中包括：简单的四则算术运算、数据逻辑比较、数据传送、数据输入输出等操作。但是仅有这些指令，计算机并不能直接解算方程与分析事物。要使计算机做这些工作，就必须先教会它怎样做这些事。这就是说，当人们要用电子计算机解决某一问题时，先要将这个问题的计算、分析过程用一系列计算机所能接受的命令叙述出来，这就是所谓“程序”。计算机按照人们预先编制好的程序去执行，就能完成预想的各种任务。

在使用计算机的各个领域里有着各种各样的具体问题，要用计算机解决这些问题就需要编制大量的程序，这是一件极其耗费人力的事情，但又是推广计算机应用不可缺少的工作。因而在计算机技术领域里从事程序工作的人员大大超过计算机制造和维护人员。

对于一个具体问题应该怎样来编制程序呢？我们首先要弄清楚问题的要求：提供什么样的信息给计算机；要计算机做什么工作；最后要得到什么结果。根据这些要求，程序人员设计一个解决问题的流程，通常用一个程序框图表示出来，然后按照框图具体编写程序。

例如，银行对储户取款要求处理的流程是：

首先核对要取款的储户的帐号与户名，如正确无误，则将该储户的储金与取款额对比，根据比较的不同情况分别做出不同的处理。

当储金大于取款额时，修改其储金额并计算利息，然后支付取款额；

当储金等于取款额时，撤消该储户，并计算利息，然后支付取款额与全部利息；

当储金小于取款额时，拒付取款额。

根据这个实际要求，可以绘出处理银行储户取款程序的框图，如图 1-2 所示。

图 1-2 中的箭头表示程序执行的走向，(*) 处的框是一个条件判别，它给出了程序有两个以上不同的走向而实现分支程序，使程序具有逻辑分析能力；(**) 处的框有两个分支，其中一个分支给出了在储户取款卡还未处理完时程序就指向开始处，实现循环程序，这就使这个较短的程序能处理大量的数据：成百上千个储户的取款要求。

根据框图，又如何来编制程序呢？在计算机使用初期就是直接用计算机指令来写程序（这样的程序常称为手编程序）。

假设：指令 1A 1400

表示将地址 1400 单元中的数送入累加器，

指令 2E 1500

表示将地址 1500 单元中的数加到累加器中，

指令 42 1600

表示将累加器中的数送到 1600 单元去。

那么，由如下的机器指令列所组成的程序：

1A 1400

2E 1500

42 1600

就能完成 $K = i + j$ 的计算，这里 i 、 j 、 K 在内存的地址安排在 1400、1500、1600。

一个编好的程序怎样让计算机去执行呢？首先通过控制台将程序和数据送入计算机存储器，然后再通过控制台预先

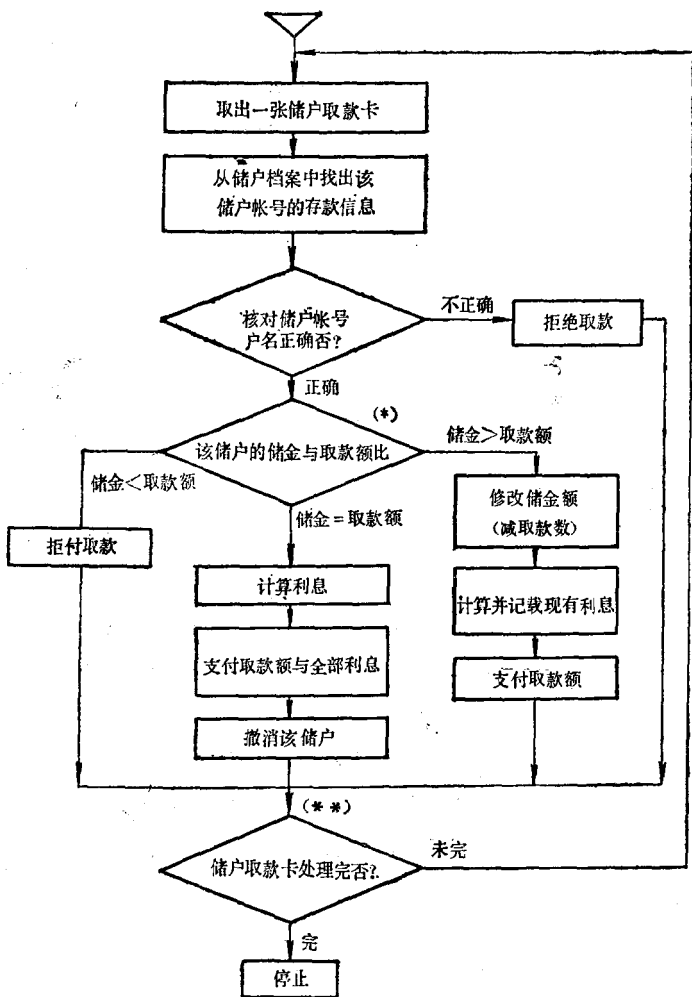


图 1-2

排好程序的启动地址，并从此点开始执行程序，就能得到预期的结果。这就是计算机早期使用的手工操作方式。

如对上例，当我们将这个程序输入内存，并将 i 、 j 的值送入 1400、1500 以后，使程序从“1A”指令所在的内存地址开始运行，就能在 1600 单元得到 K 值。

2. 计算机软件的基本概念

如果说上述手编程序与手工操作方式对于早期小而简单的计算机还是可以使用的，那么在计算机应用不断扩大，机器结构日益复杂的今天，上述方式已无法适应。首先由于机器指令是用人们所不熟习的二进制数来表示的，对于一个不太了解计算机的人员来说要熟记并能运用这些指令是一件很难的事情。而且手编程序不易阅读，不易修改，又由于各台计算机的指令系统都不相同，这样手编程序就没有通用性。这一系列的因素就大大限制了计算机作用的发挥。

另外，手工操作的效率很低，程序与数据的输入需要人来操作，程序的执行与故障处理需要人通过控制台直接进行控制。大量的人工干预会使计算机的使用效率降低。

为了提高计算机的使用效果，就产生了计算机软件。所谓计算机软件是指通用的和专用的程序集合。它和硬件不一样，计算机硬件一般指的是计算机的电子线路和若干机械装置。因此计算机系统分为硬件和软件，它们是相辅相成而不可分割的两大部分。而且，软件的功能与质量在很大程度上决定着整个计算机系统的功能。

那么，计算机软件包括哪些内容呢？首先，为了克服手编程序的缺点而发展了多种多样的程序设计语言，实现了程序设计自动化与通用化。其次，为了克服手工操作的低效，而发展了各具特点的操作系统，为计算机开辟了许许多多使用

方式，实现了程序运行操作的自动化和高效率。第三，为了给用户提供常用的专门程序，以节省重复劳动的时间而发展了各个领域的应用程序与程序包。

四、各代计算机划分标志

计算机于1946年出现以后，其硬件经历了三代的演变，现在进入第四代，相应于硬件的发展，软件在各个时期也有新的发展。

第一代（1946～1956年）是电子管时代。

用电子管制造的计算机体积大、耗电多、可靠性差、维护复杂，但是它奠定了电子计算机的基础技术。在软件方面确立了程序设计的概念，开始由机器语言（即手编程序）发展到符号语言，同时出现了高级语言（FORTRAN）的雏型。

第二代（1957～1962年）是晶体管时代。

这个时期的机器由晶体管构成基本逻辑线路，使计算机的体积缩小、耗电少而可靠性高。同时引进了通道技术，采用了中断概念，为提供高效率的输入输出及输入输出控制方式奠定了基础，从而计算机硬件也更为完善。结构的改进也大大促进了软件的发展，建立了一系列通用程序设计语言（如ALGOL，COBOL，PL/1等）和过程控制程序以及数据处理方面的一些程序；同时采用了多道程序设计技术，实现了简单的操作系统。

第三代（1963～1970年）是集成电路时代。

所谓集成电路是采用先进半导体技术，将管子、电阻等元件和电路连接都刻在硅片上，以集成逻辑电路。这样使机器小型化、微型化，消耗功率下降，可靠性进一步提高。在这一时期软件有了进一步的发展，上述的各种程序设计语言大量普及，并开展了标准化工作。操作系统也得到了发展和