

计 算 机 软 件 浅 说

仲萃豪 丁茂顺 尹雨立编著



人民邮电出版社

内 容 简 介

本书通俗地介绍计算机软件的基本知识。重点讲述了汇编程序、编译程序和操作系统的基本工作原理和大致工作情况。

本书主要是为想大致了解或初学计算机软件的读者编写的。因而取材精练，着重讲清基本概念；从头讲起，力求通俗易懂，深入浅出。时时与生活中的例子对比，并附有许多生动的插图。但由于书中较系统地讲述了软件的主要内容，较清楚地介绍了基本思路，所以也可供有关科技人员参阅。

Jisuanji Ruanjian Qianshuo

计 算 机 软 件 浅 说

仲萃豪 丁茂顺 尹雨立编著

责任编辑：李洛童

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

人民邮电出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

开本：787×1092 1/32 1983年9月第一版
印张：4 28/32页数：78 1984年10月北京第二次印刷
字数：111 千字 印数：22,001—75,000 册

统一书号：15045·总2742—无6244

定 价：0.50元

73.87221

233

35/01/13

目 录

一、计算机和程序设计	(1)
计算机神通广大.....	(1)
计算机的组成部分.....	(4)
计算机是怎样算题的.....	(10)
计算机离不开程序.....	(17)
程序设计.....	(20)
什么是计算机软件.....	(27)
二、程序库和汇编程序	(35)
程序库.....	(35)
汇编语言.....	(40)
汇编程序的加工过程.....	(46)
造表和查表的方法.....	(53)
源程序的修改.....	(56)
汇编程序的发展.....	(58)
三、编译程序	(61)
算法语言和源程序.....	(61)
编译程序的加工过程.....	(65)
词法分析.....	(68)
名字特性表和数表.....	(70)
语法分析.....	(73)
代码优化问题.....	(76)
存贮分配.....	(79)

• 1 •

38937

代码生成.....	(81)
解释程序.....	(84)
程序设计语言和编译程序的发展概述.....	(85)
四、操作系统.....	(91)
什么是操作系统.....	(91)
操作系统的形成过程.....	(93)
操作系统的三种使用方式.....	(105)
操作系统的作用和功能.....	(112)
处理机管理.....	(116)
进程通信.....	(123)
死锁问题.....	(129)
存贮管理.....	(132)
设备管理.....	(138)
文件系统.....	(142)
作业控制.....	(145)
操作系统的结构设计.....	(149)

一、计算机和程序设计

计算机神通广大

电子计算机，顾名思义，是一种帮助人们进行计算的电子工具。它能够自动、快速而又准确地进行各种计算。不仅如此，它还能快速处理大量的数据，实现各种复杂的自动控制，完成许许多多其他的工作。今天，大至宇宙航行和太空探索，小至个人的家庭琐事，都可以请电子计算机来帮忙。人们对电子计算机这个词儿已经非常熟悉，并把它简单叫做计算机。

计算机神通广大，应用范围非常广泛。下面只能就几个大的方面举一些应用计算机的例子。

计算机的一个基本功能是会“计算”。每一台计算机都能够执行加减乘除四则运算。由于任一个数学计算题目，从初等函数到微积分，从代数方程组到微分方程，等等，通常都能够通过初等的四则运算计算出来，所以计算机能解答各种各样的数学问题。凡是人能够提出的题目，它几乎都能计算。

计算机首先被广泛应用于科学研究、工程设计和军事科学方面。在那里有大量的数学问题等待着计算机来解决。计算机能帮助我们探索微观世界基本粒子的奥秘，研究分子的结构和原子的运动规律。我们每天听到的天气预报，都离不开计算机的帮助。特别是在工程设计中，计算机可以帮助你计算各种方案，取得正确可靠的设计数据，并帮助你挑选出最佳方案。

计算机的另一重大用途是进行数据处理。例如，企业的经济核算、预算、来往帐目，仓库物资的登记，以及工资结算都

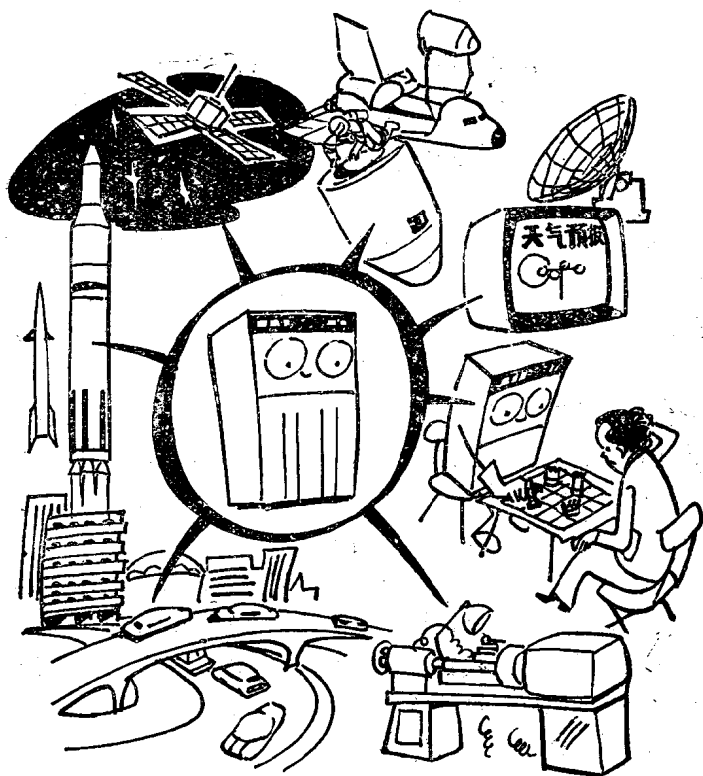


图 1.1 计算机神通广大

可以用计算机来管理，计算机随时记录着银行、企业、机关部门的几万个数据，并随时计算出各种数据，供管理人员参看。一些大企业和银行常常配置十多台大小计算机来管理它们的日常业务。估计目前至少有上万台计算机是用于商业和企业的管理工作的。

计算机不仅可以作数值计算，而且可以作逻辑判断。这两者结合起来，就可以模仿人的大脑活动，控制各种动作过程。

有人也就干脆把计算机叫做“电脑”。

国际上每两年要举行一次特殊的国际象棋比赛。参加者不是各国的象棋特级大师，而是一些人工智能实验室中的计算机。这些计算机能记住各种开局、残局等着法，每走一步都要计算上千种走法，挑出最合适的一着棋，并且只要五分钟就能计算出全部的步数。这样的棋艺水平要比第一流的特级象棋大师还要高超，大师们也只能甘拜下风了。

目前，许许多多的计算机已被广泛地应用到各种过程的实时控制中。计算机控制人造卫星准确地进入预定的轨道；计算机指挥宇宙飞船安全地遨游太空。计算机跟踪、调整导弹的飞行。

一座巨大的现代化工厂，都配有几台计算机，管理和控制工厂的生产。一台计算机常常可以自动控制多台机器的工作，称为群控机组，也可以控制整个生产过程的流水线。现代化的炼钢、轧钢生产过程、石油的提炼生产过程、电网的配电送电，都普遍采用了计算机控制。这里不用人操作，却能根据人的要求、灵活而准确地进行工作。各种动作井然有序，高质量的产品源源不断地生产出来。电子计算机代替了几百个工人的劳动，一个工厂只要几个人就能管理着千百台机器。工人们的任务只是看看“电视”屏或一些必要的仪表，或者在必要时给计算机发出适当的指示就可以了。

计算机可以帮助火车、汽车、轮船和飞机的自动调度，预售车票，使海陆空的交通实现自动化的管理。城市交通用上了计算机，交通警察的工作可就要轻松多了。计算机把大街上各点的监视设备所得到的信息进行快速处理，然后对交通要道的车辆进行最合理的调度，控制着红绿灯的开关，它还能及时地报告：哪一辆车违反了交通规则。

学校、科研机构、政府部门、电信、银行、商店、医院…都可以请计算机帮忙。当小型机微型机普及化以后，每个家庭或日常生活里，都可以请一台小小的计算机当“管家婆”，为主人操持家务。每个家庭都可以装上一个计算机终端，直接使用计算机。你写文章时，计算机帮你做编辑性的事务；你要裁衣可以请教一下计算机，你这块衣料怎样裁剪；在照相机上装上计算机，就可以帮你自动对焦距、光圈和速度，使你张张照片都照得称心满意。你的小汽车装上计算机，可以给你调节汽油的消耗量，节省汽油。

如果给计算机配上一些高度灵活的设备，用途就更大了。可以做成各种不同类型的、有不同用途的机器人；计算机就是机器人的大脑，其它部分就是它的躯干和四肢。许多困难的或有危险的工作，例如在有毒的工作车间操作、清除地雷，水下作业等，都可以请机器人去完成。

一句话、计算机神通广大、到处都可以用到它。在我们实现祖国四个现代化的宏伟事业中，计算机可谓是英雄有用武之地。

计算机的组成部分

既然计算机有那么大的本事，人们或许就会猜想，计算机是一个非常复杂、非常神秘的东西，甚至不可捉摸，不可思议。其实不然。人们说计算机复杂、神秘，是因为对它不了解、不熟悉。计算机是人发明的，是人造出来的。人既然能造出计算机并且广泛地应用计算机，人也就能了解计算机，熟悉计算机，掌握计算机的基本道理。实际上，只要我们把计算机的工作过程粗略地介绍一下，然后，如果有条件，再请你参观

参观，或者条件再好一些，亲手用计算机解决一两个实际问题，到那时，情况就会大不一样了，你就不再感到神秘了，而且你还一定会对计算机产生浓厚的兴趣。

如何介绍计算机的工作过程呢？我们不妨以工厂来类比。工厂不论大小，只要我们稍加留心，都可以看出它是由以下五大部分组成的。

一、采购部。负责采购原料并将原料存入仓库。

二、仓库。存放原料、半成品和产品。

三、生产管理部门。根据生产进度表，组织和指挥各车间进行生产。

四、车间。负责把原料加工成半成品或产品。

五、销售部。负责把仓库中的产品销售出去。

计算机和工厂相似，也是由五个对应的基本部分组成的。

一、输入部件。象采购部，用来向计算机输入原始数据和程序。

二、存贮器。象仓库，用来存贮原始数据、程序和计算结果。

三、控制器。象生产管理部门，用来控制计算机各个部分有条不紊地工作。

四、运算器。象车间、用来对各种数据进行加工计算。

五、输出部件。象销售部，用来输出各种计算结果。

工厂的实际生产任务都是在车间里完成的；而计算机的实际计算工作都是由运算器完成的。要使工厂不停工，不窝工，工厂必须根据各车间的设备和生产能力，制定好生产进度表，生产组织部门就按进度表指挥各个车间进行生产。同样，为了使计算机能够自动地、高速地进行计算，使用计算机的人就必须预先制定好计算机工作的程序。程序就好比是工厂的生产进

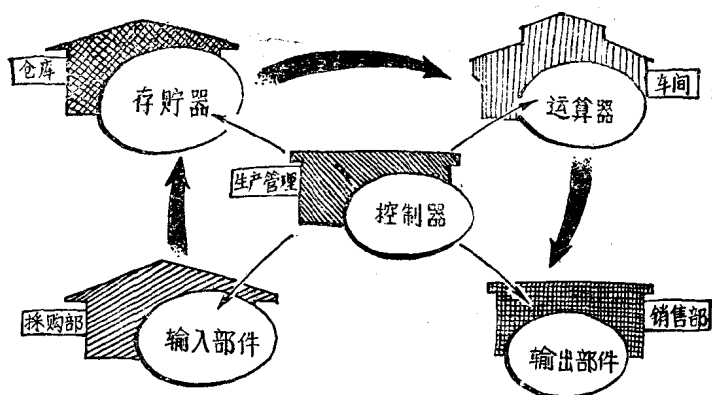


图 1.2 计算机象一个大工厂

度表，它是由一连串的指令组成，每条指令规定了计算机应该完成的一项工作。例如，要计算

$$y = b^2 - 4ac$$

我们的程序就需要有四条指令，也就是要做四次运算，三次乘法和一次减法。第一条指令完成 $b \times b$ ，第二条指令执行 $4 \times a$ ，第三条指令再将 $4a$ 乘 c ，第四条指令完成 $b^2 - 4ac$ 这一减法运算。并把计算结果送入存贮器中预定存 y 的地方。关于程序和指令等有关知识，我们将在下一节中细述，这里我们只粗略地介绍一下程序是怎样控制计算机工作的。

程序的执行通常是由控制器控制的。控制器顺序地查看程序中的指令，每次只分析一条指令，按指令的要求，由控制器通知运算器执行相应的运算，并在控制器的控制下完成这个运算。完成后，控制器又自动地分析下一条指令，重复上述过程。

运算器在每次执行指令时，往往是对一、两个数据进行一次运算，再记下运算结果。在计算机自动工作期间，程序中的

数据、指令，以及它的中间计算结果都必须保存在计算机的某个地方；在需要时，又必须能够立即从原先存放的地方取出来。存贮器就是为此目的而设置的，它就是一个存放数据和指令的理想仓库。在计算过程中，运算器不断地从存贮器取来指令或数据，又不断地将运算结果存入到存贮器之中。

仓库中为了存取货物方便，都要把各个货架以及货架上的格子编上号码。与此相似，在存贮器中也分成许多相同的小单元，一般每个单元用来存放一个数据或一条指令。为了使各个单元存放的内容不致混淆，我们给存贮器中的每一个单元编一个号码，所有的号码互不相重，我们称这种号码为存贮单元的地址。这样，在使用计算机时，我们就可以很方便地利用地址来存取数据或者指令了。一般说来，一段实用的程序，是由许多指令组成的，这些指令在存贮器中存放时，一个接着一个，按照地址由小到大的顺序排列。这样，控制器在控制程序执行时，就可以按地址顺序逐一取出指令，非常方便。

计算机的存贮器可分为两级。第一级存贮器的存贮容量小一些，但是可以随机快速地存入或取出存贮器中任一个数据或指令，因此造价贵一些。它作为计算机工作过程中直接使用的主要存贮器，简称为主存，或叫内存。但有一些大型计算题目和商业上的数据处理问题，常常需要涉及几十万个数据，把它们全部放在主存中是放不下的，此时计算机可以配制一些辅助存贮器，如磁带、磁盘、磁鼓等。磁带犹如录音机上的录音带，存贮容量和存贮密度都要大一些，存贮信息的可靠性要高一些。磁盘犹如唱片，而这种片子上镀有磁性材料，可以存放信息。这种辅助存贮器上的数据不能直接送到运算器，通常只能成批地存取，将数据转放到内存中以后再进行运算。因此，我们也称它为外存。外存的存贮容量可以很大，可以存放百亿

个数据。当计算机有了大容量、高速存取的存贮器时，计算机才能去解决复杂的大型的问题。

计算机除了具有高速处理数据的能力外，它还必须能及时地将需要的数据送入内存，并把计算的结果吐出来。因此，一台大型计算机必须配有很多输入输出设备。

计算机的输入部件相当于工厂的采购部门。只有在计算之前当把程序和数据预先送到计算机的内部，计算机才能自动地执行运算。输入部件可以把数据和程序转换成电信号，以二进制代码形式输入到计算机里。例如纸带输入机，它的工作和电报局里的自动发报机相似。在电报局里，为了缩短发报的时间，先把报文用穿孔机以二进制代码形式穿在一条纸带上，然后把纸带装在发报机上，发报机阅读纸带，迅速地把信号发出。计算机输入时，也是把这种纸带装在纸带读入机上，利用光电效应，以每秒输入上百个字符的速度，送入到计算机的存贮器中。最常见的输入设备除纸带读入机外，还有卡片读入机，键盘打字输入机等。用卡片输入时，将程序或数据按字符出现的顺序，逐个穿在卡片上，一张卡片可以穿上80个字符。卡片读入机负责读入一沓卡片，将卡片上的每个字符转换成二进制形式的电信号送入内存。键盘打字输入机能够直接打入规定的字符，由输入机转换成电信号送入内存，当然输入的速度要慢得多，这决定于打字的速度。目前已研制出一种识别机，它能识别出按规定格式写在纸上的字，这样，中文字也可以直接进入机器了。

计算机的输出部件相当于工厂的销售部门。当一项计算完成以后，通过输出部件把计算结果输出。输出部件把主存贮器中所存的内容按一定的转换规则输出相应的字符。输出设备的种类很多，最常见的是宽行打印机，它利用机械装置把输出的

信号转换成字符印出。纸带穿孔机和卡片穿孔机可以穿孔在纸带或卡片上输出，留待下次输入时用。还有用静电方法印出字符的静电印刷机，用机械控制方法绘出图形的绘图仪，通过扫描显示图象的显象管等。共有十多种输出方式、几十个品种的输出设备。由于输出设备输出的速度与运算速度相比是太慢了，因此一台大型计算机常常带有许多输出设备，可以同时输出大量的数据或程序。

每一工厂都有自己的生产能力，它由以下几个主要因素决定：有多少车间，有多少工人，机器的优劣，工人的技术水平，生产组织系统的指挥效率，仓库的大小以及供销能力等。小工厂由于设备条件的限制，只能生产一些简单的产品，产品的质量和数量也受到一定的限制。而大工厂却可以生产较为精制的高档产品，品种花式俱全，质量又好，产量又高。同样，计算机也有大小之分，计算机的能力决定于它能做多少种运算（也称操作），每种运算的复杂程度、速度的快慢、存贮器的容量以及输入输出设备的数量等等。

一台小机器只有十多种简单运算，每秒只能执行上万次运算，主存贮器内可存放上万个数据或指令，带有少量的外部设备。而目前一台大型计算机可以有上百种运算，运算速度可达每秒几千万次，主存贮器内可存放百万个数据，并有大容量的外存贮器，而且配有几十台外部设备。

上述五大功能部件就是我们通常所说的计算机硬件，它们是由电子元件和机械装置所组装起来的设备。有了它们，就具备了进行算题的条件，下面一节我们将介绍计算机是怎样算题的。

计算机是怎样算题的

计算机硬件还只是一些死东西，要让它动起来，为人们算题，还得去操纵它，让它按照人们的意志进行工作。为了说清楚计算机是怎样算题的，我们还是先看一看台式计算器的算题过程。

我们在使用台式计算器时，每做一次运算，都要将参加运算的数通过键盘送入机器，并且要根据运算的要求，按下运算符加、减、乘、除中的某一个按钮。然后，计算器立即开始计算，当这一计算结束时，计算员就要把得到的结果记录下来。在他做下一个运算时，又重复上面的动作。这种做法的最大缺点是花费相当多的时间去按按钮和记录计算出的结果。

高速的电子计算机显然不能采用这种方式进行工作。我们必须使计算机能够自动地进行计算：当它做完上一个运算时，不用人临时参与，就能自动地做下一个运算，并且能自动地取出要加工的数、自动地记录本次计算的结果。这就是计算机和计算器工作的主要差别。在计算机运算的过程中，我们还必须使它尽可能地不停下来找人帮忙。计算机是如何达到这个要求的呢？

为了让计算机去解决一个特定的问题，必须预先考虑好这个题目的计算步骤，也就是排出它的工作程序，告诉计算机，让计算机知道人的意图，并按人的意图去工作。对于每一种计算机，都规定了一套它自己能认得的指令。每条指令都要按规定的格式给出以下信息：

1. 从那里取出被运算的数据；
2. 对这些数据进行什么运算；

3. 计算的结果放到何处。

对于不同的计算机，指令的格式可能是不同的。例如，可以有这样格式的指令：

〈操作码〉〈运算对象1〉〈运算对象2〉〈计算结果〉

其中操作码指出了执行何种运算。随后两个部分指出参加运算的两个数据放在主存中哪两个单元，最后一部分指出计算结果的数据放到哪个单元。这个指令中后三个部分实际上指出的是存放运算对象或计算结果的三个地址，所以叫做三地址指令。相应地，还有一地址指令、二地址指令等格式。

一台计算机要进行各种不同的工作，就需要使用各种不同类型的指令。例如为进行加减乘除等运算的运算指令，用来取数存数的传送指令，控制各种动作的控制指令，使输入输出设备动作的输入输出指令等。不同类型的指令，其操作码是不同的。但对同一台计算机来说，所有指令的格式是相同的，这些指令都必须按照机器规定的严格要求给出。一台机器的指令系统，就是指该机器所规定的指令书写格式以及允许有哪些操作码。

在确定了计算的步骤后，我们就要按指令系统的要求，根据计算的步骤顺序写出对应于每一步计算的指令。这样，就可以写出完成各步计算的一串指令序列。由于它是完全严格地按指令系统书写的，计算机也就能认得每条指令，知道每条指令的用意。计算机自动地逐条执行这一串指令序列，也就完成了整个问题的计算工作。

下面我们用一个非常简单的例子，看一看如何写出一串指令序列，从而帮助我们更好地理解计算机是怎样算题的。

现在我们还以计算 $y=b^2-4ac$ 为例，对任意一组 a 、 b 、 c 的值，计算出相应的 y 值。整个计算可以分成以下几个计算

步骤：

第一步 输入一组 a 、 b 、 c 的值。

第二步 先计算出 b^2 ，结果记为 u 。

第三步 计算 ac 。

第四步 计算 $4ac$ ，结果记为 v 。

第五步 计算 $u-v$ ，得最后结果 y 。

第六步 印出 y 值。

在计算机工作时，初始数据、中间计算结果以及最后计算结果都是存放在主存贮器中。每个存贮单元存放一个数据，用单元地址标志存贮器内各单元的位置。上述的 a 、 b 、 c 、 4 、 u 、 v 、 y ，都要安排存贮单元，我们可以随意安排，只要不发生冲突就行，也就是它们应该安排在不同的存贮单元中。现在，我们假定它们依次分配在20号单元地址到26号单元地址中，即

数据名称	a	b	c	4	u	v	y
地址号码	20	21	22	23	24	25	26

再假定我们所使用机器的指令是三地址指令，操作码有加、减、乘、除、输入、输出以及停止工作等七种操作。为了使计算机能够识别，分别用编码1到7来代表这七种操作，即

操 作	加	减	乘	除	输 入	输 出	停 止
编 码	1	2	3	4	5	6	7

这样，上述的六步操作可以编出下页上部所列的六条指令序列，这就是计算 $y=b^2-4ac$ 的程序。

上述指令序列编出以后，我们也要把它们存在存贮器中，通