

第一章 电子计算机简介

随着科学技术与经济的发展，电子计算机已经逐步深入到科研、生产、生活等各个领域。在我国，大力发展电子计算机的生产和应用，已成为实现四个现代化宏伟目标的一个重要步骤。作为 80 年代的青年学生，了解一下电子计算机的初步知识和使用方法，无疑是十分必要的。

什么是电子计算机呢？电子计算机能做些什么工作呢？如何使用它呢？它的基本原理与构造究竟是怎样的呢？在这一章，我们将作一个简单的介绍。

1.1 认识一下电子计算机

电子计算机也叫电脑，它是科学与技术高度发展的产物，是一种由复杂的电子线路与机电设备构成的高度自动化的系统。电子计算机是人们用来对数据、文字、图象等信息进行存储与处理的工具，它的使用方法并不复杂，通过短期学习，就能够较好地应用它解决很多实际问题。

常见的电子计算机有微型计算机、小型计算机、大型计算机、超大型计算机等不同的种类。其中微型计算机体积小、价格低、使用方便，一般工厂、机关、学校大多装备这种计算机。图 1-1 给出了几种不同的电子计算机的外观示意图。

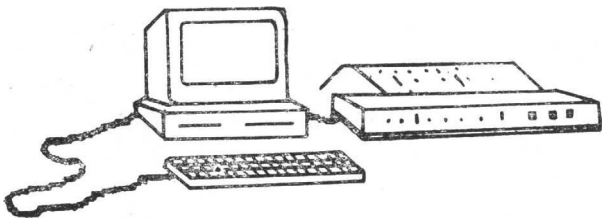


图 1-1(a) 微型计算机

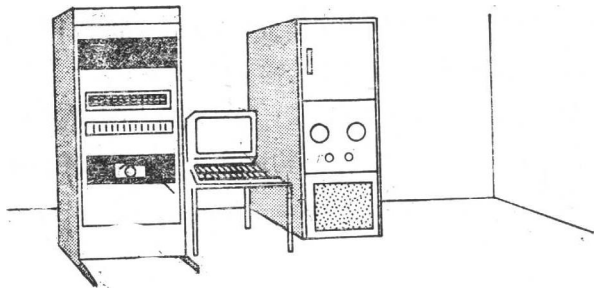


图 1-1(b) 小型计算机

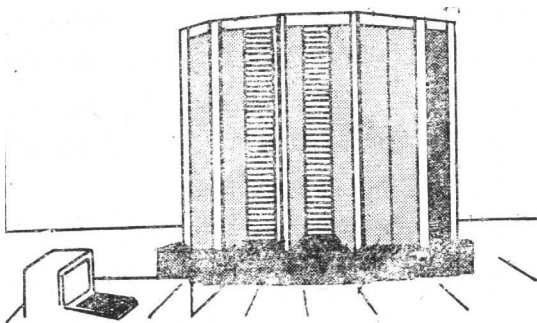


图 1-1(c) 超大型计算机

不同种类电子计算机，在规模、运算速度、功用等方面各有差异。例如，一台微型计算机只有电视机那么大，可以放在办公桌上，每秒可进行数十万次运算，一般用来进行较简单的财会事务、文书档案、图书资料等方面的处理或数据量不太大的计算；小型计算机外观上象一个衣柜，每秒能进行数百万次运算；大型或超大型计算机要占一个很大的计算机房，运算速度可达每秒十几亿次，可以用来进行非常复杂的计算和处理。

尽管不同种类电子计算机存在着这样或那样的差异，它们的工作原理和结构是相同的。下面我们以微型电子计算机为例，介绍一下电子计算机的各个组成部分及其功能。

1.2 电子计算机的硬件和软件

为了弄清什么是电子计算机的硬件和软件以及它们各起什么作用，我们先来看一个类比的例子。

珠算课上老师说：“请同学们计算一下 29 乘以 5 再加上 7 等于多少，把答案写在练习本上”。学生们听到老师所给的题目，记住了要进行计算的三个数，先在算盘上拨出被乘数 29，再按照已经记熟的乘法口诀和珠算拨珠方法在算盘上做乘以 5 的运算，然后按照加法口诀加上 7，最后根据算盘上的结果，在练习本上写出 $29 \times 5 + 7 = 152$ 。

从上面的例子可以看到，在这个过程中需要用到：

耳朵，来收集计算中所需的数据和题目的要求；

大脑，来记忆参加计算的数据和解题的方法；

算盘和手，来进行实际计算；

纸、笔和手，来写出计算结果；

而所有这一切都是由大脑指挥（即控制）的，指挥耳朵听老师讲的题目和要求，指挥手按照相应的口诀和方法来拨珠计算，指挥手用笔在纸上写出结果。

电子计算机是人类参照自身的思维与行动方式设计的，因此也具有与上述过程中作用类似的几个组成部分，它们是：

接受数据和其他信息的输入设备（相当于人耳或眼）；

记忆计算法则、步骤、数据等的存储器（相当于人脑中负责记忆的部分）；

进行计算的运算器（相当于上述过程中的算盘）；

告诉人们运算结果的输出设备（相当于上述过程中的笔和纸）；

以及指挥以上各部分协调工作的控制器（相当于人脑中负责指挥眼、耳、手等器官完成其功能的部分）

在电子计算机里，这五部分通过专门的线路连接起来构成了计算机的物质设备。它们都是由电子或机电器件构成的，是电子计算机的实体部分，习惯上称为电子计算机的硬件或硬设备。

图 1-2 是一种微型电子计算机的硬件配置图。它的输入设备是一个键盘，可以打入数字、字母和其他符号；输出设备是一个象电视机那样的显示器和一台打印机，运算的结果可以显示在显示器的荧光屏上，也可以由打印机打印在纸上。存储器、运算器和控制器安装在一个机箱内，习惯上称为主机。主机中的存储器一般叫做内存储器，内存储器用来存放计算

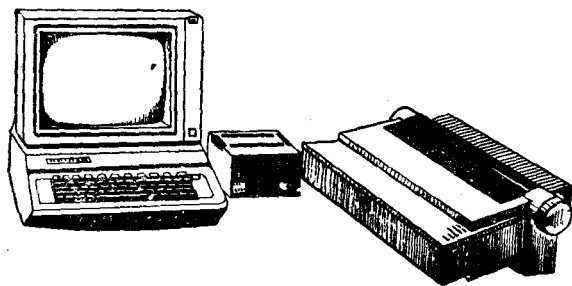


图 1-2 微型计算机的硬件配置

机工作时所需的解题步骤、数据等信息。电子计算机还有外存储器，外存储器一般用来存放计算机当前工作中暂时不需要的信息或内存储器里放不下的信息，需要时再调入内存储器。图 1-2 中的磁盘机就是一种外存储器，用它可以从磁盘上读取所需的信息，也可以把需要保存的信息存放在磁盘上。

在上面珠算问题的例子中，完成整个计算的有算盘、纸、笔、人的耳、手、脑等器官。但是除此之外，必不可少的还有人们在这以前学会并牢记在大脑中的一套计算方法与规则。

与不懂珠算的婴儿无法完成上面例子中给出的问题类似，只具有硬件设备的电子计算机也是不能工作的，还需要人们把解决问题的方法、步骤和有关的规则“告诉”电子计算机，让它“记住”。这些能使计算机工作起来的方法、步骤、规则等，习惯上叫做软件。软件相当于人们为了解决某些问题所必须掌握的知识。一个人掌握了一方面的知识，他就可以解决这方面的问题；掌握了许多方面的知识，就可以解决许多方面的问题。同样，给计算机配备了一种软件，就可以用它解决

一类问题，配备的软件越多，能处理的问题的种类也就越多。没有软件的电子计算机，不能处理任何问题。人的知识记忆在大脑里 或者记录在课本、参考书、笔记本上 可以随时回忆或查阅。电子计算机软件以程序的形式存放在存储器里，可以随时调用（关于程序的概念，后面再讲）。在微型计算机里，许多软件都存放在磁盘里。磁盘是装在纸质封套中的圆形塑料软片 外形如图 1-3 所示。在软片的表面上，涂有一层磁性材料，可以象录音磁带那样把信息录制在这层磁性材料上。所不同的是，录音带上录制的是声音，磁盘上录制的是数字、符号、文字等信息。向磁盘上录制信息的过程，习惯上叫做写入，从磁盘上取出信息的过程 习惯上叫做读出。使用时 把磁盘插入磁盘机，磁盘机就可以在主机的控制下把磁盘上存储的软件读出来存放到内存存储器里，也可以把内存存储器里的信息写入磁盘。

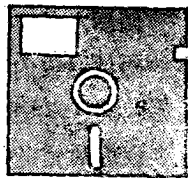


图 1-3 磁盘

1.3 电子计算机的简单工作原理

电子计算机的运算器一般只会对数值进行加、减等简单的运算。用计算机进行复杂的运算时，需要通过一些有效的方法把复杂的运算化为一系列简单的运算，并安排好详细的运算步骤，然后指挥计算机来执行。

下面我们结合上节的例子 $29 \times 5 + 7$ 大致说明计算机是怎样进行计算的。

要计算 $29 \times 5 + 7$, 学生要记住 29, 5, 7。计算机也要记住这些数。这些参加运算的数叫做操作数。计算前, 操作数要存放在存储器里。存储器好象一所有许多房间的旅店, 每一个“房间”叫做一个单元, 每个单元可以存放一个数据。象旅店的房间号一样, 存储器的各个单元也有各自的号码, 这些号码叫做存储器单元的地址。

假定我们已通过输入设备, 把 29, 5, 7 这些操作数分别存放在地址为 31, 32, 33 的三个单元中。计算机计算 $29 \times 5 + 7$ 时, 一般经过下列步骤:

1. 从存储器第 31 号单元取出被乘数 29, 送到运算器中;

2. 从第 32 号单元取出乘数 5, 送到运算器, 与已在运算器中的被乘数 29 相乘 积 145 仍保存在运算器中;

3. 从第 33 号单元取出加数 7 送到运算器 与已得的结果 145 相加 所得的和 152 保存在运算器中;

4. 把运算器中的结果 152 送到存储器的某一个单元, 例如第 34 号单元;

5. 把第 34 号单元的内容, 送到输出设备, 如打印机上, 输出整个计算的最后结果。

计算机进行以上每一步骤, 都需要人们给以一条指令, 指示它进行什么操作(如取数 加法, ...)并告诉它操作的对象(操作数)在哪个单元。一条指令是由若干个数字组成的, 一般分为两部分, 前几位数字指出计算机进行哪种操作, 叫做操作码; 后几位数字指出操作数在哪个单元, 叫做地址码。假定我们所用的计算机规定了下列操作码:

操作	取数	送数	加	减	乘	打印	...
操作码	01	02	03	04	05	06	...

那么要计算机进行上述步骤，就要写出下列指令：

步骤	指 令		说 明
	操作码	地址码	
1	01	31	取第31号单元的数到运算器
2	05	32	把第32号单元的数与运算器中的数相乘,结果放在运算器中
3	03	33	把第33号单元的数与运算器中的数相加,结果放在运算器中
4	02	34	把运算器中的数送到第34号单元
5	06	34	把第34号单元的内容送到打印机输出

这种让计算机完成一定功能的指令的有序集合就是程序。用指令编写的程序，一般叫做机器语言程序。机器语言程序一般是以二进制数^①的形式给出的。例如，上面的程序可以写成下列形式：

```

0000 0001 0001 1111
0000 0101 0010 0000
0000 0011 0010 0001

```

^① 二进制数是以 0 和 1 两种数字组成的数，在这里暂不作详细的介绍。

0000 0010 0010 0010

0000 0110 0010 0010

这里我们假定每一条指令有 16 位二进制数，前 8 位是操作码 后 8 位是地址码。

由于机器语言程序书写、阅读、记忆、输入都很不便，人们设计了用数字、符号来代替二进制数形式的指令的方法。例如用 **LDA** 表示取数，**STA** 表示送数，**ADD** 表示加，**MUL** 表示乘，**PRA** 表示打印，等等。于是，上面的程序可以改写为：

```
LDA 31
MUL 32
ADD 33
STA 34
PRA 34
```

这种用字母、数字等符号代表指令的程序，一般叫做汇编语言程序。汇编语言程序虽比机器语言程序直观，但对比较复杂的问题来说，编写时仍很麻烦。

经过逐步改进，出现了一些接近于自然语言而能为计算机所接受的语言。这些语言叫做高级语言。高级语言程序由一些语句组成，每种语言规定了一定的字母和符号，有一定的书写和使用规则，相当于汉语、英语、……有一定的单词、语法等等。这些语言意义简明，书写方便。例如，从第二章开始介绍的 LOGO 语言就是一种很容易掌握的高级语言。如果用 LOGO 语言来编写完成上述运算的程序，就是

```
PRINT 29 * 5 + 7
```

编好程序以后，就可以通过输入设备，例如键盘把程序输入计算机的存储器。计算机运行时，在控制器的控制下，把存储器里程序中的指令逐条取出来进行分析并执行。例如，取来的是取操作数的命令，就从存储器中把操作数取出来送到运算器，是计算命令就指挥运算器执行计算，是输出命令就指挥输出设备，如打印机或显示器输出结果，等等。如果输入的是用高级语言编写的程序，还要先调用叫做解释程序或编译程序的软件，把所输入的高级语言程序的语句转换成一系列的指令。图 1-4 是一个电子计算机工作原理的简单框图，图中每一个方框表示电子计算机的一个组成部分，从图中可以看出电子计算机工作的流程。

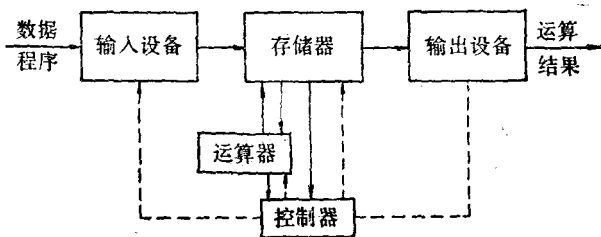


图 1-4

1.4 电子计算机的应用

由于电子计算机有计算速度快，计算精度高，存储容量大，程序操作自动化等特点，电子计算机的应用已遍及各行各业各个领域。各种应用大致可分为下列几类。

一、数值计算

对于数学、力学、物理、化学等自然科学以及航天、建筑、交通、气象预报等工程技术中的计算问题，都可以用电子计算机解决。人们先从实际问题中得出数学模型，然后决定计算方法，再用某种算法语言编出程序。把程序和原始数据输入计算机，启动计算机执行该程序，便可得到运算结果。利用计算机进行计算，可以节省大量人力、物力和时间，而且可以解决人力和其他计算工具无法解决的问题。例如，有些建筑设计，需要求解含有几百个未知数的线性方程组；又如，天气预报的计算量非常大，短时间内要得出结果。这样一些计算问题，利用计算机就可又快又准确地解决。

二、数据处理

利用电子计算机对大量数据（信息）进行加工、分析处理，已经逐渐成为使用计算机最多的方面。如企业管理中，用计算机搜集、存储大量的信息，并进行各种统计和加工，分析市场动态、安排生产计划、进行经济核算等。又如，用于图书、资料、档案的存储、管理和检索，用于银行、商店的记帐、算帐及各种帐目的管理等。在招生考试和体育竞赛等活动中，可以利用电子计算机记录考生和运动员的姓名、号码，统计各项成绩，自动计算出每人的总分和平均分，自动排出名次，决定录取或得奖名单，并打印出通知书等。

三、自动控制

工业、交通部门生产和管理的自动化，卫星、火箭的发射都需要利用电子计算机进行自动控制。电子计算机能在瞬间判明情况，算出结果，然后输出信息，指挥有关设备执行各种

控制。

四、人工智能

随着电子计算机性能的不断提高，软件技术飞速发展。计算机不但能用于数值计算，数据处理和自动控制等方面，它还能模拟人类的某些智力活动，进行自动翻译，识别图形，识别自然语言和逻辑推理过程等，使计算机具有“思维能力”。

这些应用和研究，是计算机科学的一个重要分支，称为人工智能。如，利用电子计算机积累名医的经验，作成计算机医疗诊断专家系统，就可用来对某些病症进行诊断、对症下药。

目前，我国在机器人、定理证明、医疗诊断专家系统、语言翻译等方面，已经作出一些可喜的成绩。

对于电子计算机的应用，除以上四方面外，近年来还发展了“计算机辅助设计”简称 CAD (computer Aided Design)，就是利用计算机部分代替人工进行飞机、轮船、房屋、水坝、电路及服装设计等。还有“计算机辅助教学”简称“CAI (computer Aided Instrurtion)，例如，预先编好一个学习内容的程序，输入计算机，学生利用计算机进行学习，与计算机处于对话方式，计算机能指出学生在学习过程中的错误，并按照学生的回答，指定下一个学习课题，使学生按其能力循序渐进。

从以上几方面看来，计算工作只是电子计算机应用的一个方面，其他方面的应用则占了更大的比例。由此看来，把电子计算机叫做电脑似乎更确切些。但是，人们最初研究制造这种机器的目的的确是为了进行复杂的计算，因此，电子计算机这个名字就一直延用下来了。下面，我们就从计算工具的发展开始回顾一下电子计算机的简单历史。

1.5 电子计算机的发展概况

计算是人们的一种思维活动，在人类漫长的历史中，曾经发明了各种各样的计算工具，用以改善或代替人的脑力劳动。早在几千年前的春秋时期，我国就发明了算筹。算筹是用树枝、竹棒等，通过巧妙的排列进行计算的工具。古代数学家祖冲之计算圆周率的工具就是算筹。算盘是比算筹更方便的计算工具，它是中华民族对世界科学发展的光辉贡献，现在仍被广泛地使用着。

西方工业革命以后，科学技术有了突飞猛进的发展，对计算工具的要求提高了，发明了计算尺和机械手摇计算机，后来不久又发明了机械电动计算机。

1946 年世界上诞生了第一台电子计算机。电子计算机与以前的计算工具有本质的不同，它不仅是一个能快速进行计算的计算器，而且是一个完整的能存储记忆与自动操作的系统。这台电子计算机用了 18000 多只电子管，占地约 170 平方米，重约 30 吨，运算速度约每秒钟 5000 次。直到 1956 年，电子计算机的主要逻辑元件，仍然采用电子管。通常称电子管计算机为第一代电子计算机。

从 1956 年起，电子元件制作技术发展了，晶体管代替了电子管。以晶体管为基本元件的计算机称为第二代电子计算机。与第一代相比，速度提高了近百倍，体积仅是第一代的几十分之一。

1962 年以后，发明了中小规模集成电路，取代了晶体管

作为电子计算机的基本元件。所谓集成电路，就是把许多晶体管、电阻、电容构成的电路集中制作在一块很小的半导体材料上。集成电路使电子计算机的体积和功率损耗都大大地缩小了，可靠性和运算速度则提高了一大步。以集成电路为基本元件的计算机称为第三代电子计算机。

1970年以后，集成电路技术飞速发展，发明了大规模集成电路。上百万个晶体管、电阻、电容等构成的电路，可以集中制作在一块很小的半导体芯片上。以大规模集成电路为基本元件的计算机称为第四代电子计算机。随着大规模集成电路的发展，相继出现了微处理器和微型计算机。微型计算机体积小、价格便宜、功能也很强，在各行各业得到了广泛的应用。

我国从1956年开始研究制造电子计算机。1958年和1959年先后制成了“103”和“104”型电子管计算机。这类计算机在天气预报、大型水坝设计、油田开发以及我国第一颗原子弹的研制和人工合成胰岛素等生产与科研项目中发挥了重要的作用。

1965年，我国研制成功了“109乙”型晶体管计算机。后来又制成了“1013”、“DJS 8”等不同型号的晶体管计算机。

1971年以后，我国先后研制成功了“TQ 16”、“DJS 100系列”、“DJS 200系列”等集成电路计算机。运算速度已达到每秒100万次以上，并形成了成批生产的能力。

1983年，我国又研制成功了“757”大型计算机和“银河”超大型电子计算机，运算速度分别达到了每秒1000万次和每秒1亿次，标志着我国的计算机科学、技术水平已达到了一个

新的高度。

经过近30年的发展，我国已拥有近百家计算机工厂，数万职工，建立了自己的生产基地和科研队伍。近几年，我国的微型计算机工业也迅速地发展起来了，已经生产了许多种不同型号的微型计算机，例如，BCM-3、紫金 II、长城 0520、...，等等。

随着计算机科研与生产的发展，我国的计算机应用领域也在不断地扩大。全国已建立了几百个计算中心或计算站。绝大多数省、自治区、各大、中城市、重要的研究所、高等院校和一些企事业单位都配置了不同规模的计算机系统。电子计算机在国防、科研、教育、工业、农业、交通运输、银行、气象等各部门、各行业都得到了较为广泛的应用，促进了生产的发展和科学技术的进步。尤其是近几年来，微型计算机进入了中、小学教育领域，几十万学生接受了不同程度的计算机教育，而且，接受计算机教育的人数正在与日俱增，这将为我国的计算机科研、生产与应用培养大批的后备力量，对于进一步提高我国计算机科研、生产与应用水平，是有非常重大意义的。

第二章 LOGO 语言与微型计算机

在第一章里我们学习了电子计算机的一般知识，对电子计算机的结构、工作原理、发展概况和应用等，有了一些了解。本章我们将介绍 LOGO 语言和微型机。

2.1 什么是 LOGO 语言

LOGO 语言是一种高级语言，用它可以与计算机对话，指挥计算机做一些事情。例如，让计算机画图、解题或做游戏等等。

LOGO 语言是 1967 年由美国麻省理工学院的佩伯特教授指导下的人工智能小组开发的。LOGO 是较先进的计算机语言，有很强的画图、数值计算、文字处理等功能。LOGO 语言简单易学，又有趣味性，很适合青少年的特点，能使学生在画图或游戏中学会使用电子计算机。

LOGO 语言的画图功能很强，它设计了一只可以活动的“海龟”，让“海龟”作各种爬行动作，“海龟”在爬过的地方留下“痕迹”，便画出各种有趣的图形。例如，可以让“海龟”画正方形、三角形、圆等基本图形，还可以用基本图形组合成复杂的图形，从中又可学到许多几何知识。

用 LOGO 语言除了可以画图外，还可用以做各种游戏、

进行计算和文字处理。

计算机干这些事情，是通过执行 LOGO 语言中的“命令”进行的。从键盘上给计算机下达“命令”，计算机就立即作出反应。LOGO 语言有 70 多个基本命令。有让“海龟”前进、后退、拐弯的移动命令，有让计算机算题的命令，还有作文字处理的命令。

另外，还可以教会计算机执行一些新命令，让计算机做更多、更复杂的事情。这些新命令都是由基本命令组合而成的。

LOGO“命令”是由英文单词或缩写字母组成的，每个命令都有特定的作用和书写格式。计算机接到 LOGO 命令后，通过 LOGO 语言的“解释”、“翻译”就能识别这些命令。这种“翻译”就如同通过电报码本把电报译成汉字一样。

要学好 LOGO 语言，就要学好 LOGO 语言规定的各种命令的格式和作用，还要学会如何教会计算机新的命令。熟练地掌握所有命令，就能得心应手地让计算机干各种事情了。

让计算机干事情，一般都要用许多命令，我们把这些命令叫做命令序列（也叫过程或程序）。

LOGO 语言这个“翻译官”是由许多机器码组成的，它存储在一张软磁盘上。这个磁盘叫做 LOGO 系统盘。上机操作时，先要把在系统盘上的 LOGO“翻译官”送入计算机的内存，这样计算机才能认识输入的命令。请记住：计算机只认识严格按照规定格式输入的命令，差一点都不行。所以，上机时要细心。