

微型计算机程序设计基础

—8080—

五〇一教研室选编

南京航空学院

1981.5.

目 录

引 言	1-7
第一章 电子数字计算机简介	8-33
§ 1-1 电子计算机的组成部分	8-11
§ 1-2 数的表示方法	11-33
第二章 微型计算机	34-68
§ 2-1 微型电子计算机的发展概况	34-39
§ 2-2 微型电子计算机的主要特点	40-47
§ 2-3 微型计算机结构	47-61
§ 2-4 寻址方式	61-64
§ 2-5 指令命名约定	65-68
第三章 8080指令系统	69-105
§ 3-1 概述	69-74
§ 3-2 数据传送类指令	75-80
§ 3-3 算术类指令	80-88
§ 3-4 逻辑类指令	88-95
§ 3-5 转移类指令	95-100
§ 3-6 堆栈、I/O及机器控制类指令	100-105
第四章 程序设计	106-134
§ 4-1 引 言	106-107
§ 4-2 程序设计	108-110
§ 4-3 流程图	110-111
§ 4-4 机器语言	111-115

§ 4—5	汇编语言程序设计的基础	115—134
-------	-------------	---------

附录 1	8 0 8 0 系统 ASCII 码对照表	134
------	-----------------------	-----

附录 2	8 0 8 0 指令系统与汇编符号对照表	135—138
------	----------------------	---------

引 言

一、电子计算机的应用范围

电子数字计算机是先进的数学计算工具，在工程技术，科学研究，国防事业等各个领域都有了较普遍的应用，归纳起来，其应用大致有以下几个方面。

1. 数值计算

计算机广泛地应用于科学研究和工程技术的计算，这是计算机应用的一个基本方面。例如数学、物理、化学、天文学、地质学、生物学等基础科学的研究以及航天飞船、飞机设计、船舶设计、建筑设计、水力发电、天气预报、地质探矿等方面的大量计算都可用计算机。应用计算机进行数值计算，可以大量节省时间、人力和物力。例如，一个有二百个未知数的代数方程组用每秒百万次的DJ S—11机来算，只需十几秒钟就能算出结果。如果用人工计算，则要几十人计算一年。又例如天气预报、通常精确预报二十四小时内的天气，若用手摇计算机计算要算几个星期，等结果计算出来就失去了意义，而采用DJ S—11机进行计算，几分钟内就能取得十天的天气预报数据。

2. 数据处理

用计算机对数据及时加以记录、整理与计算加工成人们要求的数据形式，称为数据处理。数据处理与数值计算相比较，它的主要特点是原始数据多，时间性强，计算公式比较简单。电子计算机出世初期应用于财贸方面的数据处理，后来在交通运输、石油勘探、电报电话、医疗卫生等方面也广泛应用计算机进行数据处理。

3. 自动控制

计算机能应用于石油、化工、水电、冶金、机械加工、交通运输

及其它国民经济部门中生产过程控制及武器，航天飞船的自动控制。例如在钢铁工业方面，纯氧顶吹炼钢采用计算机控制，不仅减轻工人的劳动条件，而且提高了产量和降低消耗。我国的一些工厂、电站已实现了计算机自动控制，取得了良好效果。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计是设计人员借助于计算机进行设计的一项专门技术，使设计过程走向半自动化和自动化。这是计算机应用的一个重要方面，它不仅可以缩短设计周期，降低生产成本，节省人力物力，而且对于保证产品质量，提高合格率也有重要的作用。现已采用它来设计大规模集成电路，设计计算机以及设计船舶、飞机等。

5. 逻辑关系加工与人工智能

逻辑关系加工是指计算机对一些逻辑性质的问题进行加工处理。最突出的例子是机器自动翻译，即由计算机将一种语言文字翻译成另外的语言文字。目前，国际上各主要文种的机器自动翻译已基本研究成功，但由于译文的正确性不够高，离使用阶段尚有一段距离。关于人工智能的采用还只处于探索和研究的阶段，其表现形式诸如计算机学习、计算机证明、景物分析、机器人等。

综上所述，可以看到计算机的应用是非常广泛的，计算机不仅能代替人们的某些体力劳动，而且能够代替脑力劳动的某些职能。凡是能归结为算术运算和逻辑运算的一些严格规格化的工作，都可由计算机来做。

但是计算机是人创造的，而且靠人使用和维护它，人如何使用计算机，要靠编制程序来使用计算机，程序设计这一门科学就是专门研究如何使用计算机的学科，因此学习和掌握程序设计的基本方法，是在计算机进行工作时所不可缺少的工具。

二、手编程序与汇编语言

在计算机问世的初期，人们在使用它来进行计算时，就是直接根据机器指令，亦即机器语言来编写程序的。用机器语言编写的程序，称为机器指令程序或手编程序。它由一条指令组成。

用机器语言编写手编程序是极其繁琐的，而其中很大部分是机械的、重复的工作。这种程序很不直观，容易写错，写错了难以查出，查出了也难以修改。这样编写和调试程序往往要花费大量的人力、物力。往往程序设计工作者花费的时间比机器解题要花的时间要多几十倍甚至几百倍。因此使用机器指令编写程序的方式，大大阻碍了计算机的广泛应用，随着计算机计算速度的迅速提高，与手编程序效率低的矛盾更为突出，迫使人们寻求编写程序的新的途径。

最先人们发现可以不直接用机器指令编写程序而改用符号来编写程序，这种程序称为符号程序。符号语言也称为汇编语言。用汇编语言编写的符号程序也称为源程序。机器不能直接执行源程序。通过汇编程序（也是机器指令程序）而汇编成目标程序。以便于计算机的执行。

然而符号程序仍与数学公式差别很大。它仍依赖于特定的机器，它不过是使程序设计人员摆脱了一些细节（如地址的代真等）。它的自动化程度还很低。它与机器语言一样，都是为特定的机器服务的，所以称为面向机器的语言。

实践要求人们创造出自动化程度更高的语言。从五十年代中期起，出现了各式各样的程序自动化语言。如FORTRAN，ALGOL60，BASIC，COBOL，PL/1，ALGOL68，LISP，APL等等。

三、计算机软件

算法语言与高级程序自动化的语言，它与数学公式非常接近，而

与计算机的内部逻辑结构无关。

例如 计算算式 $F = a \times b + c$

在 ALGOL60 中是写成: $F := a \times b + c$

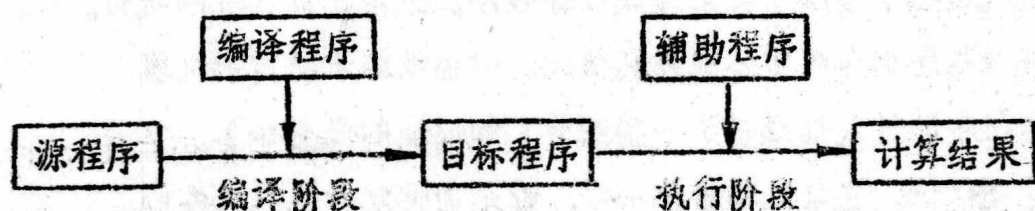
在 FORTRAN 中是写成: $F = A * B + C$

很明显它与数学公式的形式几乎一致。

用算法语言编写的程序也称为源程序。这种源程序机器也不能直接执行, 必须要将其换成机器指令表示的程序即目标程序, 计算机才能直接执行。

将源程序转换成机器指令的目标程序, 有两种略为不同的方法, 一种是编译的方法, 一种是解释的方法。

编译的方法, 事先将编好的一个称为编译程序的机器指令程序放在机器中, 当源程序输入计算机后, 启动编译程序工作, 编译程序就把源程序整个地翻译成机器指令表示的目标程序。机器在其它一些辅助性程序的协助下执行目标程序, 最后得出计算结果。如下图所示。



解释的方法: 将事先编好的一个称为解释程序的机器指令程序, 放入机器之中。当源程序输入计算机后, 启动解释程序, 解释程序并不是把源程序整个地翻译成目标程序以后再执行目标程序, 而是对源程序进行边解释边执行。

编译程序和有关的辅助性程序合称为编译系统, 解释程序连同有关的辅助性程序合称为解释系统, 它们在进行编译解释的过程中, 还

对源程序进行语法检查，并提供出错误信息。

一般来说，解释程序的处理方法比编译程序的处理方法要多花机器时间，但却能少用存贮空间。

组成计算机的物质设备，包括计算机的运算器，控制器，存贮器，输入输出设备等，我们称为计算机的硬件。那些使用计算机和发挥计算机效率功能的各种程序，我们称它为计算机软件。也称为计算机的程序系统。

软件大致包括三大类：

(1) 面向用户的，包括语言加工系统（即语言及其编译程序、解释程序或汇编程序）、辅助系统（如调整程序、装配编译程序等），应用程序库和资料库。

(2) 面向管理人员的，包括诊断修复系统（如调机程序、诊断程序等）和日常事务管理系统（如运行记录，用户会计记录等）。

(3) 面向计算机本身的，包括故障处理系统、输入输出控制系统、管理程序和操作系统。

值得注意的是管理程序和操作系统。

管理程序是当前提高计算机的使用效率以及方便计算机用户而设计的一套程序。管理程序的主要功能是中断的处理、外部设备管理，多道程序的调度、编辑程序的调用、提供操作命令以及实现不停机的人机联系等等。管理程序的进一步发展和扩充就是操作系统。

操作系统是全面管理计算机资源，自动调度用户的作业程序从而使多个用户能有效的共用一套计算机装置的一套程序。这里，计算机资源是指中央处理机的时间，存贮空间，外部设备以及各种信息。操作系统具有组织整个计算机的工作流程，检查程序和机器故障以及实现计算机网络的通讯等功能。一台在操作系统管理之下的计算机，可

以同时先后地处理用不同语言写成的成批的程序。这时，不仅一个题目的计算过程不需要人的干预而自动地进行，而且 题目之间的调度和衔接也是自动进行的，对算题人员来说计算机只不过是一个“窗口”；只须把穿好的源程序和原始数据纸带或卡片以及一份作业说明书（它本身往往也要穿成卡片）送进去，隔一段时间去取回结果就成了。

四、在数字计算机上进行解题的一般步骤

(1) 建立数学模型

将实际问题通过各种方法抽象转化为数学问题。如列出各种方程，找出函数关系，信息变化情况，即对实际问题进行近似的数学描绘。

例如在使用计算机控制生产过程时，需要把实际测得的各种参数作为原始数据，根据生产过程的客观规律建立起控制方程，称为数学模型，通过计算机的高速运算超前地予计出相应起控制作用的各种信息，并绘出最佳控制的操作要求，这就是通常所称的静态控制或予测制控。如果在生产过程中，通过自动仪表能不断地得到反馈信号，根据这些信号计算机通过运算随时改变操作参数，使生产过程随时向着需要的条件进行，这就是动态控制和反馈控制。

(2) 确定算法

对抽象出来的数学问题，计算要求明确后，还需要选择适合在电子计算机上解算的方法。

算法必须满足计算精涌度的要求，并力争计算过程简单，以便使编出的程序短，计算速度快。

(3) 比例因子的选择

使用定点机进行计算需要考虑是否要引入比例因子，其目的是为了在运算之初，运算之中所出现的中间结果及最终结果，均能为

机器所容纳，而不会出现“溢出”现象。另一方面要使计算结果保证精确度的要求，引用比例因子时又不能使有效数字损失得太多，以致出现“机器 0”的现象。因此在选择比例因子时，必须兼顾这二方面的要求，恰当的选择。

(4) 画出框图、编制程序

所谓框图，就是机器计算或操作控制的流程图，特别是对复杂的问题，当算法确定以后，则可先根据计算过程，画出框图，再根据框图编出对应的程序。

所谓程序设计，广义的讲，利用计算机的语言，再根据事先安排好的计算步骤（例如已绘出的框图）编写出相应程序的工作，就称为程序设计。

(5) 上机计算——程序的信息化及其在计算机上的执行。

首先要做好上机前的准备工作：①作好程序的静态检查，要确认程序是正确无误了，方能进行穿孔。对穿孔纸带也要进行严格的仔细的检查。②写好上机说明书。③对于复杂的程序还要进行动态调试检查，考查程序是否正确，在肯定程序正确后然后再进行正式计算。④分析计算结果是否正确，若有问题，则需要找出问题的所在进行修改，再重新计算，直至得到正确结果为止。

第一章 电子数字计算机简介

§ 1—1 电子计算机的组成部分

电子计算机能快速地按照人们事先准备好的算题进行计算，一定要先将参加计算的数据和计算公式等的有关信息放入内存中，在控制器的控制作用下，上述信息就在运算器内进行运算，以求得计算结果。至于初始信息如何放入内存，计算结果如何输出，则需要输入设备和输出设备。

因此一台电子计算机一般具有以下五个组成部分。

1. 存储器

它是用来存放数据和指令的设备。无论数据和指令都是二进制代码，故存贮器也就是用来存放大量的二进制代码，它正如一座大旅馆一样，它分成有很多小的单元，一个单元就相当于一个小房间一样。称为“存贮单元”，每个存贮单元有一个固定编号，称为该单元的“地址”，每个单元可以存放一个代码，它可以是数据也可以是指令和字符等，每个存贮单元能存放的二进制位数，称为该机器的“字长”。存贮器所具有存贮单元的总数，称为该机器的“容量”，存贮单元中所存放的数据和指令称为该“单元的内容”，知道了该单元的地址就可以向该单元存（写入）取（读出）代码，机器向存贮单元存取一个数所需的时间称为“存取周期”。

存贮器具有一重要特性：把一个单元中的数据或指令取（或读）出来后，该单元中的数据或指令仍然存在不变，只有当向这个单元写入新的数据时，原来的内容才被新写入的内容冲掉，这一点对初学编程者要特别注意。

所谓指令是 计算机每一步所执行操作的命令，而程序是由一

系列的指令所构成的一个完整的计算步骤的指令串，也就是按规定要求事先编好的一系列指令，在计算之前以信息形式放入机器的存储器中，机器就按照信息化了的程序来自动进行工作。

存储器一般由记忆元件（例如磁芯、磁鼓、磁盘等）和电子线路构成。分内存储器和外存储器两类。内存储器容量通常比外存小，内存储器的种类很多，例如磁心存储器、磁膜存储器、半导体存储器等，目前最常用的是磁心存储器。

外存储器的种类也很多，例如磁鼓存储器、磁带存储器、磁盘存储器、磁泡存储器等，目前常用的是磁鼓、磁带和磁盘存储器。

2. 运算器

它是直接完成各种算术运算和逻辑运算的设备。还能做数码的传送、移位，以及给出转移特征等。所有这些运算和动作统称为操作。指挥机器进行操作的命令，称为指令。一台机器所具有指令的全体称为指令系统。每台机器均有其特定的指令系统。

运算器一般由运算部件和若干个寄存器（兼有移位功能）组成。运算部件是由加法器及一些逻辑门组成，用来实现数码相加。寄存器是寄存数码的部件，用来存放参加运算的数据和运算结果，增加一些附加电路就能实现移位的功能。机器的算术运算可以由相加及移位这两个基本操作来实现。

3. 控制器

它是整个机器的指挥系统。它向机器的各个部分发出控制信号，指挥整台机器自动地、协调地进行工作。但控制器根据什么来指挥机器工作呢？实际上，控制器是根据人事先编好的程序来控制机器工作的。计算机先做什么，后做什么，如何处理可能遇到的一切情况，都要由程序来决定。人把利用计算机进行工作的意图表达在程序之中，

而控制器按照程序指挥机器工作。计算机自动工作的过程，也就是自动执行程序的过程。

在一般情况下控制器是按照指令排列的顺序逐条执行指令，当遇到特殊的转移指令时，则打破了这种正常逐条执行指令的方式，而进行一次跳跃。控制器还可以通过控制台、电传打字机等进行人工干预，管理和监视机器的运行。控制器一般由电子线路构成。它包括有指令寄存器、程序计数器和操作控制器。

4. 输入设备

它是将数据、程序以及各种字符信息送入到计算机内存的设备。输入设备有纸带输入机、卡片输入机、控制打字机、光笔显示器以及模—数转换装置等。

5. 输出设备

它能够把计算机工作过程中的某些信息，例如计算结果或程序…打印或显示出来。或者由计算机输出某种信号来控制现场的设备装置。

输出设备有宽行打印机、控制打字机、快速穿孔输出机、增量绘图机、屏幕显示器、微缩胶卷输出机、静电印刷机以及数—模转换器等。

以上五种设备中，运算器、控制器和内存存储器合称为电子计算机的主机。其中运算器和控制器合称为中央处理机，也称为CPU（是英文Central Processing Unit的缩写，意即中央处理机）。输入设备和输出设备以及外存储器统称外部设备，用来作为人和主机、主机和现场进行信息交换和控制管理的设备。除此以外计算机和计算机之间的通讯和计算机与遥控终端之间……等等进行成批的数据交换时，有时采用数据通道的方式进行数据交换。一般来说，用程序方式交换数据时，每交换一个字需要主机执行一条以上的指令，所以对于

象磁盘、磁带等高速的要交换大量数据的外部设备来说传送数据的速度太慢，占用主机时间也太长了，为了加快传送速度，减少占用主机时间，在计算机上设有数据通道，当一台设备提出数据通道请求后可直接与内存打交道，使主机既能执行程序又能为设备传送数据，也就是说，采用这种数据通道方式交换数据时，只是当设备发出数据通道请求时，才请求主机介入一下，而整个数据交换过程，主机不必过问，因而大大节省了主机的工作时间，提高了机器工作效率。

电子计算机框图

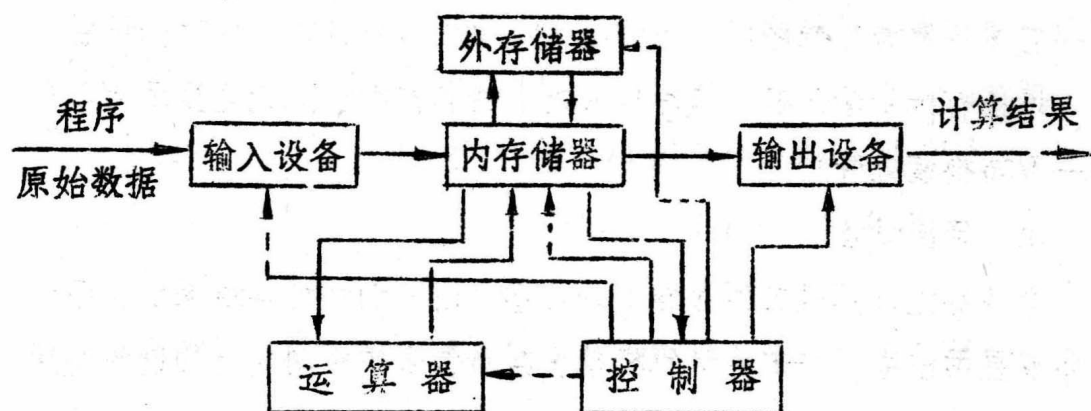


图 1—1

图 1—1 实线表示数码传送的路线，虚线表示控制信号的路线。

§ 1—2 数的表示法

电子计算机要进行大量的数据运算，那么这些数据是以什么样的形式来表示呢？由于电子计算机是用电子开关元件的不同状态来表示不同的数字符号的。因此，计算机中广泛的使用着二进制运算。

在这一节中，我们首先从常用的十进制数开始分析，从而引入各种不同的进位计数制，以及进位计数制之间的相互联系和转换。

一、进位计数制

1. 十进制数的表示

在生产劳动和日常生活中，常用的是十进制数，是一种“逢十进一”的记码法，它主要有三个特点：

① 有十个数码：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (其中最大的数码是9)，这些数码处在数中的不同数位，代表的意义是不同的，分个位，十位，百位……等等。

② 逢十进一：即十个一进成十，十个十进成百，十个百进成千。记号“10”即称为十进制的基数。

③ 任意一个十进制数都可以以10为基数写成幂运算的形式。这是一个很重要的特性。

例如， $32 = 3 \times 10^1 + 2 \times 10^0$

$$0.037 = 3 \times 10^{-2} + 7 \times 10^{-3}$$

$$530.904 = 5 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 0 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 4 \times 10^{-3}$$

一般地，任何一个十进制数S(为方便起见，假设是正的)，都可以表示为：

$$\begin{aligned} S_{10} &= K_n \cdot 10^n + K_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + K_1 \cdot 10^1 + K_0 \cdot 10^0 \\ &\quad + K_{-1} \cdot 10^{-1} + \dots + K_{-m} \cdot 10^{-m} \\ &= \sum_{j=-m}^n K_j \cdot 10^j \end{aligned}$$

其中 K_j 可以是0~9十个数码中的任意一个，m、n为正整数。

2. 二进制数的表示

二进制数是一种“逢二进一”的计数法，它也有三个特点：

① 有二个数码：0, 1 (其中最大的数码是1)。

② 逢二进一：0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, ...
1111, 10000, ...

为了熟悉二进制数的表示，我们列出一些二进制数与十进制数的对照表。

二进制数与十进制数对照表

二进制数	十进制数	二进制数	十进制数
0	0	0.10000	$\frac{16}{32} = 0.5$
1	1	0.01111	$\frac{15}{32} = 0.46875$
10	2	0.01110	$\frac{14}{32} = 0.4375$
11	3	0.01101	$\frac{13}{32} = 0.40625$
100	4	0.01100	$\frac{12}{32} = 0.375$
101	5	0.01011	$\frac{11}{32} = 0.34375$
110	6	0.01010	$\frac{10}{32} = 0.3125$
111	7	0.01001	$\frac{9}{32} = 0.28125$
1000	8	0.01000	$\frac{8}{32} = 0.25$

1001	9	0.00111	$\frac{7}{32} = 0.21875$
1010	10	0.00110	$\frac{6}{32} = 0.1875$
1011	11	0.00101	$\frac{5}{32} = 0.15625$
1100	12	0.00100	$\frac{4}{32} = 0.125$
1101	13	0.00011	$\frac{3}{32} = 0.09375$
1110	14	0.00010	$\frac{2}{32} = 0.0625$
1111	15	0.00001	$\frac{1}{32} = 0.03125$
10000	16	0.000001	$2^{-6} = 0.015625$
100000	32	0.0000001	$2^{-7} = 0.0078125$
1000000	64	0.00000001	$2^{-8} = 0.00390625$
10000000	128	0.000000001	$2^{-9} = 0.001953125$
100000000	256	0.0000000001	$2^{-10} = 0.0009765625$
1000000000	512	0.00000000001	$2^{-11} = 0.00048828125$
10000000000	1024	0.000000000001	$2^{-12} = 0.24414062 \times 10^{-2}$
100000000000	2048	0.0000000000001	$2^{-13} = 0.12207031 \times 10^{-3}$
1000000000000	4096	0.00000000000001	$2^{-14} = 0.61035156 \times 10^{-4}$
10000000000000	8192	0.000000000000001	$2^{-15} = 0.30512578 \times 10^{-4}$
100000000000000	16384	0.0000000000000001	$2^{-16} = 0.15258789 \times 10^{-4}$