

微机原理与汇编语言基础

李立东
朱晓鸥
编

高等教育出版社

36

LD/1

中等职业学校教材

(含初级程序员、计算机等级考试培训)

微机原理 与汇编语言基础

四川省教育科学研究所 组编

李立东 朱晓鸥 编



高等教育出版社

TP36
110/1

中等职业学校教材

(含初级程序员、计算机等级考试培训)

微机原理与 汇编语言基础

四川省教育科学研究所 组编

李立东 朱晓鸥 编

高等教育出版社

0039975

(京)112号

内 容 简 介

本书是中等职业学校计算机应用专业(或计算机相关专业)基础课教材,全书编写中参照了我国计算机协会颁发的初级程序员考试大纲及国家教委考试中心颁发的计算机等级考试大纲。全书由两大部分组成:一是微机原理部分,它从硬件系统入手,介绍微型计算机结构及各部分工作情况,主要内容有:(1)基础知识,介绍常用进制、进制转换、计算机编码形式;(2)逻辑代数,是为没有开设《数字电路》的学校编写的;(3)微型计算机结构原理,这部分以32位机80386为主,以计算机基本结构为线索介绍了中央处理器、存储器、输入及输出设备、中断系统等计算机最基本结构的特点及工作原理。二是汇编语言部分,它是以80386汇编语言为基础,主要介绍了寻址方式,80386的基本指令系统和汇编语言程序的格式,汇编语言程序的上机操作,汇编语言程序设计的基本方法及中断调用的基本方法。

本书还可作计算机专业人员岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与汇编语言基础/李立东,朱晓鸥编.——北京:
高等教育出版社,1997.7
ISBN 7-04-005956-8

I. 微… II. ①李… ②朱… III. ①微型计算机-技术学
校:专业学校-教材-②汇编语言-技术学校:专业学校-教材
IV. TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第09438号

*

高等教育出版社出版
北京沙滩后街55号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行
北京华文印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张13.5 字数330 000

1997年7月第1版 1997年7月第1次印刷

印数0001—18 137

定价14.60元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

1995年,高等教育出版社召开了由北京、江苏、四川、黑龙江、山东、武汉和长春等省、市教委教学研究部门派出的教研员与教师参加的中等职业学校计算机应用专业(含相关专业)教材编写会,制定了该专业教材编写计划与编写大纲。《微机原理与汇编语言基础》一书就是根据这次会议要求编写的中等职业学校计算机应用专业系列教材之一。

本书将传统的《微机原理》与《汇编语言》两门专业课内容有机地合并在一起,使这两门相关性很强的专业课知识衔接起来,互为补充,并且省去了一些不必要的重复。这对中等职业学校计算机专业教学改革是很有意义的。

本书目的是要让学生对微型计算机硬件基本结构与软件系统有全面、系统、准确的认识,为后续计算机专业课程打下基础。本书以80386为主进行了介绍。

为了适应中等职业学校“双证制”考试的需要,本书编写时,还参照了我国计算机协会颁发的初级程序员考试大纲及国家教委考试中心颁发的计算机等级考试大纲。本书注重对学生基本知识、基本理论和基本技能的培养,略去了复杂的电路分析和理论推导,强调实用,力求深入浅出。

本书由四川省教科所承担组织编写工作,其中第一章至第八章由李立东编写,第九章至第十三章由朱晓鸥编写,四川联合大学唐先余教授担任主审。参加本书编写提纲讨论的有武汉市教学研究室周南岳、长春二中专郝莉、李秀伟,长春计算机学校李明革等。在编写过程中得到成都市电子计算机职业中学张尚明校长、冯红主任及计算机专业教研组全体同事的大力支持与帮助。全书在编写过程中得到四川联合大学、吉林大学、山东大学、东南大学、北京工业大学的一些教授、专家的指导,同时还参阅了一些计算机方面的书籍,在此一并表示感谢。

本教材教学时数为140,各章学时数分配见下表,仅供参考。

章 节	学时数	章 节	学时数
第 一 章	2	第 八 章	6
第 二 章	8	第 九 章	6
第 三 章	14	第 十 章	28
第 四 章	10	第 十 一 章	10
第 五 章	10	第 十 二 章	8
第 六 章	8	第 十 三 章	16
第 七 章	6	机 动	8

编者

1997年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 计算机的产生与发展	1
第二节 计算机的特点与应用领域	2
第三节 计算机系统的硬件基本组成	4
第四节 计算机软件系统简介	5
习题	7
第二章 计算机中的进制及转换	8
第一节 常用进制	8
第二节 数制转换	10
习题	14
第三章 计算机中的数及编码表示	16
第一节 符号数机器码表示方法	16
第二节 原码、反码、补码的表示方法	17
第三节 定点数与浮点数的表示方法	22
第四节 定点补码加减运算	24
第五节 机内码及校验	27
习题	29
第四章 逻辑代数及其运算	31
第一节 逻辑代数基本运算	31
第二节 常用逻辑代数表达式	32
第三节 逻辑代数公式及定理	35
第四节 逻辑函数的公式化简	39
第五节 逻辑函数的图形化简	42
习题	47
第五章 存储器	49
第一节 存储器的分类与存储系统	49
第二节 主存储器	51
第三节 辅助存储器	54
第四节 高速缓冲存储器	57
第五节 虚拟存储器	58
习题	61
第六章 中央处理器	63
第一节 中央处理器的组成及功能	63
第二节 80386 微机系统	64
第三节 80386 中的寄存器组	67
第四节 微机工作的一般过程	71

习题	74
第七章 中断系统	76
第一节 中断的概念	76
第二节 中断的一般处理过程	77
第三节 80386 的中断与异常	79
习题	81
第八章 输入/输出及接口	82
第一节 程序查询传送方式	84
第二节 中断传送方式	84
第三节 直接存储器存取 (DMA) 方式	84
第四节 常见 I/O 接口电路	87
习题	95
第九章 寻址方式	96
第一节 实地址方式下的寻址方式	96
第二节 虚地址方式下的寻址方式	101
习题	102
第十章 指令系统	104
第一节 数据传送指令	104
第二节 算术运算指令	108
第三节 逻辑运算指令	112
第四节 移位/循环指令	114
第五节 控制转移指令	118
第六节 串处理指令	122
习题	126
第十一章 汇编语言程序格式	129
第一节 汇编语言的功能	129
第二节 汇编语言的语句	130
第三节 汇编语言程序的格式	136
习题	143
第十二章 汇编语言程序的上机过程	145
第一节 简介	145
第二节 编辑程序	146
第三节 汇编程序	148
第四节 连接程序和运行程序	150
第五节 调试程序	151
习题	157
第十三章 汇编语言程序设计基础	158
第一节 汇编语言程序设计的基本步骤	158
第二节 程序的基本结构	161
第三节 分支程序设计	164
第四节 循环程序设计	169

第五节 子程序设计	174
第六节 DOS 中断调用	181
习题	198
附录一 ASCII 码字符表.....	200
附录二 汇编程序出错信息	201
附录三 汇编程序上机实习题	206

第一章 绪 论

第一节 计算机的产生与发展

人类在长期的生产劳动中，很早就创造和使用各种计算工具。如我国古代开始使用并流传至今的算盘；17世纪研制出计算尺和机械式计算机；19世纪制成了手摇计算机，随着电的发明产生了电动齿轮计算机等计算工具。现代的电子计算机就是上述这些计算工具的继承和发展，至今它还随着科学技术日新月异的发展，不断地更新换代。

1946年美国宾夕法尼亚大学研制成第一台电子数字积分计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)。当时它主要用于二战时期新武器的弹道问题中的许多复杂计算，ENIAC 计算机用了 18 000 多个电子管，1 500 个继电器，重达 30 吨，占地 170 平方米，耗电 140 千瓦，每秒能计算 5 000 次加法。ENIAC 计算机，容量太小，只能存 20 个字长为 10 位的十进制数，用线路连接的方法来编排程序，因此每次解题都要依靠人工改接连线，准备时间大大超过实际运算时间。

与此同时，冯·诺依曼与莫尔小组合作研制电子离散变量自动计算机 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)，在这台计算机中确立了计算机的五个基本部件：输入器、输出器、运算器、存储器、控制器。程序和数据均存放在存储器中，并采用了二进制。这些原则仍沿用至今，所以现代的一般计算机被称为冯·诺依曼结构计算机。

根据电子计算机所采用的物理器件一般把电子计算机的发展分成四个阶段，常称为电子计算机的四代。

1. 第一代电子计算机

第一代电子计算机的逻辑元件（指执行一个逻辑功能的装置）采用电子管；主存储器采用延迟线或磁鼓。磁鼓是一种磁记录设备，它是一个高速运转的鼓形圆筒，表面涂上磁性材料，根据每一点的磁化方向，确定这一点的信息。

第一代电子计算机由于采用电子管，因而体积大，耗电多，只能采用机器语言，运算速度较低，但是它奠定了计算机发展的技术基础。

2. 第二代电子计算机

第二代电子计算机的逻辑元件采用晶体管，内存储器主要采用磁芯，外存储器主要采用磁盘。输入和输出方式有了很大改进，有了算法语言和编译系统，用汇编语言代替了机器语言。所谓磁芯是用铁氧化合物制成的直径不到 1mm 的小环，每个磁芯可以记录“0”或“1”，工作稳定。由于晶体管比电子管平均寿命高 100 到 1 000 倍，耗电量只有电子管的十分之一，体积比电子管小一个数量级，机械强度较高等优点，所以晶体管电子计算机很快地代替了电子管计算机，并开始成批生产。

第二代电子计算机的应用范围进一步扩大，例如过程控制等领域，其性能和可靠性都比第

一代提高了许多，在结构上向通用型方向发展。

3. 第三代电子计算机

第三代电子计算机的主要标志是逻辑元件采用集成电路。使计算机的体积减小，耗电更省，寿命更长，功能大大增强，稳定性进一步提高。

第三代电子计算机发展速度很快，主存储器在磁芯存储器的基础上研制出了更可靠的半导体存储器。机种开始多样化，尤其是终端设备和远程终端设备迅速发展，并与通信设备结合起来。高级程序设计语言发展很快，操作系统进一步发展和完善。这样就使得第三代电子计算机在存储容量、运算速度、可靠性等方面较第二代又提高了一个数量级。

4. 第四代电子计算机

第四代电子计算机是以采用大规模集成电路为标志。按通常的划分标准，每个硅片上门电路数量在 10 个以下的，称为小规模集成电路，门电路数在 10 个以上，100 个以下的称为中规模集成电路；门电路在 1 000 个以上到几千个的称为大规模集成电路。

随着大规模集成电路的迅速发展，计算机进入大发展时期，微型机、小型机、巨型机都得到了很大的发展。

计算机的发展经历了四代，并不是说就此为止了，而是在不断发展、不断更新。日本在 80 年代初提出了研制第五代计算机的计划，它有如下特点和功能：

- ①智能接口功能：能识别自然语言包括文字和语音、图象、图形。
- ②解题和推理功能：根据自身存储的知识进行推理、求解问题。
- ③知识库管理功能：在计算机内存储大量知识，可供检索。

另外值得注意的是软件的飞速发展，也使计算机的性能得以充分发挥，并且简化了计算机的操作，为计算机的普及起到了重要作用。

第二节 计算机的特点与应用领域

一、计算机的特点

电子计算机作为一种计算工具，同以往的计算器相比较，有以下几个方面的特点：

1. 运算速度快

现代的巨型机已达每秒运算几亿次。大量复杂的科学计算过去需要几十年，现在用计算机只需要几个月甚至几天。如气象预报用手摇计算器需一二个星期，用一般中型电子计算机只需几分钟就完成了。

2. 精确度高

计算机内采用二进制运算，其计算精度可用增加数字长度的设备来获得，再加上运用计算技巧，使得数值运算越来越精确。过去对圆周率 π ，数学家们经过艰苦的努力只能算到小数点后 500 多位，1981 年，一位日本人利用计算机很快就算到小数点后 200 万位。

3. 具有“记忆”功能和逻辑判断功能

电子计算机有存储器，可以存储大量的数据。随着存储器容量的增大，计算机可以存储“记忆”的信息量也越来越大。电子计算机既可以进行算术运算，也可以进行逻辑运算，利用计算机可以进行逻辑推理和证明，从而扩大了计算机的应用领域。

4. 具有自动运行能力

电子计算机内部操作运算是根据人们事先编制的程序自动控制进行的,不需要人工干预,正因为如此计算机在现代科学中才越显重要。

二、计算机的应用

计算机广泛应用于我们的科学研究和日常生活中。

1. 科学计算

科学计算一直是电子计算机的重要应用领域之一。例如,在天文学、量子化学、空气动力学、核物理学等领域中,都需要使用计算机进行复杂的运算。在军事上,导弹的发射及飞行轨道的计算控制、先进防空系统等现代化军事设施,通常都是由计算机控制的。现代的航空航天技术发展,如超音速飞行器的设计、人造卫星与运载火箭轨道计算更是离不开计算机。

除了国防及尖端科学技术以外,计算机在其它学科和工程设计方面,诸如数学、力学、晶体结构分析、石油勘探、桥梁设计、建筑、土木工程设计等领域内也得到了广泛的应用,促进了各门科学技术的发展。

2. 数据处理

当前大部分计算机用于数据处理。数据处理系统具有输入、输出数据量大而计算却很简单的特点。在企业数据处理领域中,计算机广泛应用于经营管理的各项工作中,如编制生产计划、统计报表、成本核算、销售分析、市场预测、库存管理、工资管理等。

3. 自动控制

在现代化工厂里,计算机普遍用于生产过程的自动控制,例如,在化工厂中用计算机来控制配料、温度、阀门的开闭等;在炼钢车间用计算机控制加料、炉温、冶炼时间等。

用于生产过程自动控制的计算机,一般都是实时控制,它们对计算机的速度要求不高,但可靠性要求很高,否则将生产出不合格的产品,甚至造成重大设备事故或人身事故。

4. 计算机辅助设计/计算机辅助制造 (CAD/CAM)

由于计算机有快速的数值计算、较强的数据处理以及模拟的能力,因而在飞机、船舶、光学仪器、超大规模集成电路 VLSI 等的设计制造过程中,CAD/CAM 占据着越来越重要的地位。

在超大规模集成电路的设计和生产过程中,要经过设计制图、照相制版、光刻、扩散、内部连接等多道复杂工序,是人工难以解决的。

使用已有的计算机辅助设计新的计算机,达到设计自动化或半自动化程度,从而减轻人的劳动强度并提高设计质量,这也是计算机辅助设计的一项重要内容。

由于设计工作与图形分不开,一般供辅助设计用的计算机配备有图形显示、绘图仪等设备以及图形语言、图形软件等。设计人员可借助这些专用软件和输入输出设备把设计要求或方案输入计算机,通过相应的应用程序进行计算处理后把结果显示出来,设计人员可用光笔或鼠标器进行修改或选择,直到满意为止。

5. 人工智能

人类的许多脑力劳动,诸如证明数学定理、进行常识性推理、理解自然语言、诊断疾病、下棋游戏、破译密码等都需要“智能”。

人工智能是将人脑在进行演绎推理的思维过程、规则和所采取的策略、技巧等编成计算机程序,在计算机中存储一些公理和推理规则,然后让机器去自动探索解题的方法。例如,模拟

我国老中医关幼波教授对肝病进行辨证治疗的程序，就是按照关幼波的思维方法，把肝病分成8个主型36个亚型，根据患者的症状，在200多项病状和化验指标以及170种药物的综合分析基础上，让计算机从多个实用处方中选出针对病人病情的处方。本例虽不含有太多的“智能”，但这一个应用实例。

尽管人工智能的研究已取得一些成果，但与目标（建立真正的智能程序）还相差甚远。

第三节 计算机系统的硬件基本组成

一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。

计算机硬件系统是指构成计算机的所有实体部件的集合，通常这些部件由电子电路、机械等物理部件组成，它们是看得见摸得着的，故通常称为“硬件”。图1-1为计算机的硬件结构，它由五大部件组成：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

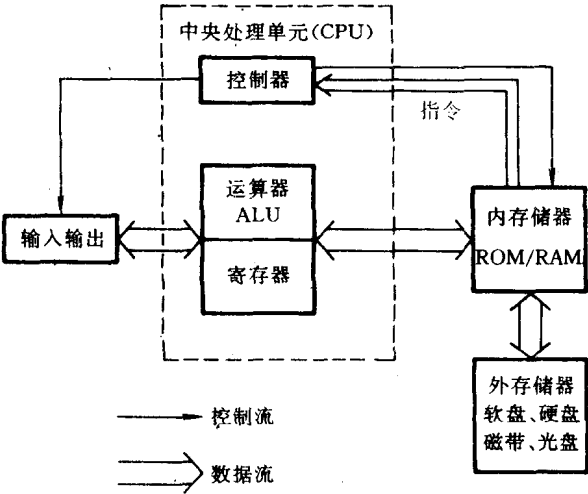


图 1-1 计算机硬件系统结构框图

运算器是进行算术和逻辑运算的部件。控制器是控制整个计算机各部分操作部件，将运算器、控制器和寄存器集成在一个芯片上，称为中央处理器（Central Processing Unit）简称CPU。存储器由记忆部件和电路组成的，用于存储数据和程序。

存储器通常又可以分为内存和外存两部分。内存容量小，但存取速度快，目前常用的有半导体存储器。外存容量为内存容量的几十到几百倍，但是存取的速度慢，常用的有磁盘以及磁带。

人们把内存存储器、控制器与运算器合在一起称为计算机的主机。

输入设备用于输入原始数据及控制命令。

输出设备用于输出运行结果，如用CRT输出屏幕显示，用打印机输出打印报表等。

输入输出设备合称外部设备简称外设。外设还有外存储设备、图形终端、中文终端和绘图仪等。

由图 1-1 可见,计算机各部件之间的联系是通过两股信息(数据流和信息流)流动而实现的,双线表示数据信息流,单线表示控制信息流。数据由输入设备输入至运算器,再存于存储器中,在运算处理过程中,数据从存储器读入运算器进行运算,运算的中间结果存入存储器,或由运算器经输出设备输出。指令也以数据形式存于存储器中,运算时指令由存储器送入控制器,由控制器控制各部件的工作。

计算机硬件之间连接线路常用的是总线 (Bus),所谓总线就是一组并行的导线,导线的数目(也称总线宽度)和计算机的字长相同,数据和指令通过总线传送。

在计算机中有三种总线:控制总线、数据总线和地址总线。控制总线传送控制命令;数据总线传送数据信息;地址总线传送地址信息。计算机中总线的连接方式常采用单总线结构,即将输入输出设备、CPU 以及内存存储器都连到同一总线上,这种方式结构简单,增减设备方便,因而为大多数微机所采用。

(1) 数据总线 (Data Bus 缩写为 DB)。

在 CPU 与内存或输入输出接口电路之间传送数据,DB 的宽度反映了 CPU 一次可接收数据的能力,如 16 位的 CPU 芯片,也就是就 DB 为 16 位,表示 CPU 一次可同时接收 16 位的数据信息。数据总线上传送的数据信息是双向的,即有时是送入 CPU 的,有时是从 CPU 输出的。

(2) 控制总线 (Control Bus 缩写为 CB)。

用来传送控制器的各种控制信号。它基本上分为两类,一类是由 CPU 向内存或外设发送的控制信号,另一类是由外设或有关接口电路向 CPU 送回的信号,包括内存的应答信号。

(3) 地址总线 (Address Bus 缩写为 AB)。

用来传送存储单元或输入输出接口的地址信息。AB 的宽度一般反映了一个计算机系统最大内存容量。不同的 CPU 芯片其 AB 的数目不同。如 8088 芯片上有 20 根地址线,可寻址内存单元数为 2^{20} ,即该芯片最大内存容量为 1 兆字节。

上面介绍的是发展较早的 PC 总线,也叫 ISA 总线,称为工业标准结构 (Industry Standard Architecture) 总线。随着计算机的不断发展,ISA 总线已不能满足人们的要求,于是出现了微通道体系结构 (MCA)、扩展的工业标准体系结构 (EISA),以及局部总线 VESA VL 总线和 PCI 总线。了解总线结构的演变过程是掌握计算机发展趋势的关键。

第四节 计算机软件系统简介

软件 (Software) 是相对于硬件 (Hardware) 而言的,它是指为运行、维护与应用计算机所编制的所有程序的总和。软件通常可分成系统软件和应用软件,如图 1-2 所示。

系统程序包括计算机操作系统 (Operating System)、计算机的各种监控程序、调试程序、编辑程序以及各种语言的编译或解释程序等。应用软件是为解决各种实际问题而设计的程序。

一、操作系统概述

操作系统是计算机的一个大型软件,用它实现计算机“自己管理自己”,是计算机的“大管家”。总的来讲,操作系统具有三大功能:管理计算机硬、软件资源,使之有效应用;组织协调计算机的运行,以增强系统的处理能力;提供人机接口,为用户提供方便。具体有如下方面的

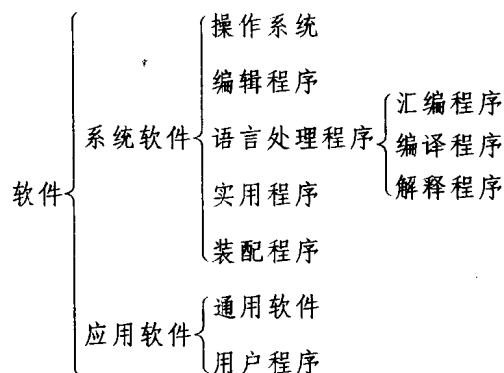


图 1-2 计算机软件系统

功能：

- (1) 作业操作。控制用户作业的运行。
- (2) 资源管理。对 CPU、内存、外设等资源的管理。
- (3) 中断处理。实现主机与外设的并行操作以及异常情况的处理。
- (4) I/O 处理。处理输入输出事务。
- (5) 调度。对处理机、进程、作业、外设等进行调度和管理。
- (6) 错误处理。以合理方式处理出错事件。
- (7) 保护和保密处理。保护系统程序和作业，禁止非法访问程序和数据。
- (8) 记帐。对用户使用计算机资源进行记帐。

二、数据库管理系统

数据库管理系统既可以认为是一个系统软件，也可以认为是一个通用的应用软件。粗略说来，数据库管理系统是管理数据库的一组程序，数据库技术的出现是数据管理技术发展的需要和结果。数据库技术实现了数据独立于程序的集中统一管理，这个管理程序就是数据库管理系统。任何一个程序要使用数据时都必须首先通过数据库管理系统。由于数据库对数据实行了集中控制和管理，防止了数据被非法修改和破坏的可能，使数据安全可靠。

三、机器语言、汇编语言和高级语言

机器语言是以二进制数“0”和“1”表示的指令的集合。每台机器都有自己的指令系统。每条指令的编码送入处理机后，CPU 的指令译码器就可以译出它的含义，并告诉机器应该执行什么操作。

机器语言可省去翻译过程，但是用机器语言编写的程序枯燥难懂，难于交流，在实际应用中很不方便。

为了克服机器语言的缺点，人们创造了一种比较直观的容易记忆的助记符，用以替代指令的机器码，这就是符号语言。按一定的特约规则书写程序就是所谓的汇编语言。这是一种面向机器的程序设计语言，用汇编语言编写的源程序与机器语言几乎是一一对应，也就是说汇编语言用了和操作有关的一些助记符号来与机器语言的机器指令相对应，使程序既保持了简练，同时也便于交流和可读。

汇编语言与机器语言因为都是面向机器，它们的指令是用于直接控制计算机的操作，因而均被称为低级语言。

采用助记符、符号地址标号等符号的语言，称为汇编语言。用汇编语言编写的程序称为源程序。由于计算机只识别由“0”、“1”码组成的机器语言，不能识别由助记符组成的汇编语言。因而，源程序在执行前，必须先用汇编程序将源程序翻译成机器语言程序——目标程序。

注意，这里汇编语言程序是源程序，而汇编程序则是把源程序翻译成目标程序的专门程序，这两者要加以严格区分。

高级语言是面向过程，独立于计算机的通用语言。利用高级语言编程，人们可不必去了解计算机内部的系统结构，而是把主要的精力用于算法和过程的研究。由于高级语言对解题过程的描述，比较接近人们的习惯，因而易学易懂。高级语言的语句功能强，一个语句往往相当于许多条机器指令。

高级语言必须由其编译程序或解释程序翻译成目标程序后，计算机方能加以执行。

一般的微型计算机中，配置的高级语言有 BASIC、C、FORTRAN、PASCAL、COBOL 等。

以上介绍了三种语言，它们各有特点：

高级语言易学，使用方便，通用性强，但是它必须通过编译才能执行。

当微型计算机应用于实时控制或仪器仪表小型系统时，最常用的还是汇编语言或机器语言，因为它们可直接对机器内部的寄存器进行操作，能把计算机过程刻划得非常具体，因而经推敲编出的紧凑的程序，既可以节省内存容量，又可提高执行的速度，在时间与空间上能充分发挥计算机的潜力。

四、常用的通用软件

目前在数据处理、事务处理、报表处理中有很多通用软件。这些软件是用于专项处理事务，并且都有一定的通用性，最早，一般由编程人员为了方便人们处理事务，遇到的问题比如填报表，工作或成绩分析总结，股市分析等，编写的一些应用软件，以后许多大公司也参与设计，如美国莲花公司的 Lotus123 报表软件，用友的金财软件等。现在人们越来越喜欢用功能强、使用方便的通用软件来为他们服务。

习 题

1. 简述电子计算机的发展过程。
2. 根据你现有的知识，列举出计算机在人们生活领域有哪些应用。
3. 试述计算机最基本的冯·诺依曼结构，以及各部分作用。
4. 什么是总线？在计算机中常见的有哪几种总线。
5. 主机由哪些部件组成？外设由哪几部分组成？CPU 由哪几部分组成？
6. 什么是软件？软件是如何分类的？
7. 什么是机器语言、汇编语言和高级语言？它们各有什么优缺点？
8. 汇编语言程序与汇编程序有什么不同？
9. 汇编语言与机器语言是低级语言吗？二者有何区别？

第二章 计算机中的进制及转换

第一节 常用进制

一、十进制数的表示方法

十进制数是人们十分熟悉的计数方式,它是用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个数字符号,按一定规律排列起来,表示值的大小,按照“逢十进一”的原则计数。例如,6886 这个四位数,大家知道它可写成:

$$6886 = 6 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

从这个十进制数的表达式中,不难发现十进制数有以下特点:

- (1) 十进制数的基数为 10,即在十进制数中只有 10 个数字符号。
- (2) 同一数字符号在不同位置代表的数值是不同的。上例中有两个数字 8,但左边一个 8 值为 800,第二个 8 的值为 80。
- (3) 从右向左采用逢十进位。上例中右边第一位为个位,记作 10^0 ;第二位为十位,记作 10^1 ;第三和第四位为百位和千位,记作 10^2 和 10^3 。通常将 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 称为对应数位的权。显然,各位数的权都是基数的幂。每个数位对应的数字符号称为系数。所以,某数位的数值等于该位的系数和该位权的乘积,人们将这种乘积称作加权系数。

一般地说, N 位十进制正整数 $[N]_{10}$ 的表达式可写成:

$$\begin{aligned} [N]_{10} &= a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0 \\ &= \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 10^i \end{aligned}$$

其中 $a_0, a_1, \cdots, a_{n-2}, a_{n-1}$ 为该数位的系数 (a_i 是第 i 位的系数),它可以取 0~9 十个数字符号中任意一个; $10^0, 10^1, \cdots, 10^{n-2}, 10^{n-1}$ 为各数位的权, $[N]_{10}$ 中下标 10 表示 N 是十进制数。

二、二进制数的表示方法

从上边十进制数的分析,不难得到二进制数中基数为 2,即二进制中只有两个数字符号: 0 和 1。它采用从右到左,“逢二进一”的原则,各位的权为 2 的幂。例如 n 位二进制正整数 $[N]_2$, 表达式可以写成:

$$\begin{aligned} [N]_2 &= a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_1 \times 2^1 + a_0 \times 2^0 \\ &= \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 2^i \end{aligned}$$

式中 $a_0, a_1, \cdots, a_{n-1}$ 为系数,可取 1 或 0 中任意一个, $2^0, 2^1, \cdots, 2^{n-1}$ 为各位的权。

表 2-1 给出了十进制数与二进制八位正整数的各位数位权对照表:

表 2-1

从右数的位数	7	6	5	4	3	2	1	0
十进制的权	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	1
二进制的权	128	64	32	16	8	4	2	1

[例 2-1] 一个八位二进制数 $[N]_2 = 01101110$, 写出各位权的表达式, 求出相应十进制的数值。

$$\begin{aligned}\text{解: } [N]_2 &= [0 \times 128 + 1 \times 64 + 1 \times 32 + 0 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1]_{10} \\ &= 110\end{aligned}$$

$$\text{即 } [01101110]_2 = [110]_{10}$$

二进制数只有两个数字符号, 不仅进行算术运算简单, 而且在电路上实现起来也比较容易, 所以计算机中采用二进制。但从上例中也发现, 三位十进制数 $[110]_{10}$, 就用了八位二进制数 $[01101110]_2$ 表示。如果数值再大些, 位数会更多, 人们既难于记忆, 又不便于读写。为此, 在计算机的应用中, 又经常使用八进制和十六进制。

三、八进制数表示方法

在八进制中, 基数为 8, 它有 0、1、2、3、4、5、6、7 共八个数字符号, 它从右到左采用“逢八进一”的原则, 各数位的权是 8 的幂。 n 位八进制正整数的表达式可写成:

$$\begin{aligned}[N]_8 &= a_{n-1} \times 8^{n-1} + a_{n-2} \times 8^{n-2} + \cdots + a_1 \times 8^1 + a_0 \times 8^0 \\ &= \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 8^i\end{aligned}$$

[例 2-2] 求三位八进制数 $[N]_8 = [213]_8$ 所对应的十进制数的值。

解:

$$\begin{aligned}[N]_8 &= [213]_8 = [2 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 3 \times 8^0]_{10} \\ &= [139]_{10}\end{aligned}$$

$$\text{即 } [213]_8 = [139]_{10}$$

四、十六进制数的表示方法

在十六进制中, 基数为 16。它有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 十六个数字符号。它是从右到左采用“逢十六进一”的, 各数位的权为 16 的幂。 n 位十六进制正整数的一般表达式为:

$$[N]_{16} = \sum_{i=0}^{n-1} a_i \times 16^i$$

[例 2-3] 一个十六进制正整数 $[3BF]_{16}$ 的对应十进制数是多少?

解:

$$\begin{aligned}[3BF]_{16} &= [3 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 15 \times 16^0]_{10} \\ &= [959]_{10}\end{aligned}$$

表 2-2 列出了常用计数进制。

在计算机中, 通常用数字后面跟一个英文字母来表示该数的进制。其中“D”表示该数为十进制数, 有时十进制数后可以不写, 如 158D, 与 158 均表示为十进制数; “B”表示该数为二进

制数，如 $[10011]_2$ ，与 10011B 均表示二进制数；“Q”表示八进制数；“H”表示十六进制数。

表 2-2

十进制数	二 进 制 数	八进制数	十六进制数
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
20	10100	24	14
32	100000	40	20
64	1000000	100	40
256	100000000	400	100
1024	10000000000	2000	400

第二节 数 制 转 换

一、二进制数和其它进制转换成十进制

由二进制数的一般表达式可知，只要将它们按权展开，各位加权分别相加，即可得到对应的十进制数。

[例 2-4]

$$\begin{aligned}
 10110101\text{B} &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 \\
 &= 128 + 32 + 16 + 4 + 1 \\
 &= 181\text{D}
 \end{aligned}$$

其它进制数同样按权展开相加即得到对应的十进制数。