

第一章 绪 论

第一节 电子计算机的发展与应用

一、电子计算机的发展

人类在各项活动中都离不开数，人类进行数的记载和计算比使用文字还早，我们的祖先曾创造出各式各样的计算工具来从事数据处理工作。原始社会人们运用石子、绳结计数；周朝使用算筹；公元前六世纪战国时期发明了珠盘；到了公元七世纪唐朝初期开始有了现代式样的算盘。生产水平的逐步发展，人类又制造出许多较先进的计算工具，如计算机、计算尺等等。到了二十世纪四十年代，生产和科学技术迅猛发展，特别是第二次世界大战军事上的需要使电子元件、脉冲及自动控制技术的发展而导制了电子计算机的出现。电子计算机一经问世就立即显示出它是一个强有力的工具，第一台计算机于一九四六年正式使用，它是美国宾夕法尼亚大学研制的。它用了 18000 个电子管，1500 多个继电器，耗电 150 千瓦，占地达 170 平方米，重 30 吨，运算速度每秒钟 5000 次。

四十年来，电子计算机已经历了四个阶段，称为“四代”。

第一代：(1946~1958 年) 以电子管为主要元件，使用机器语言，存储量小，运算速度每秒几千次到几万次，主要

用于科学计算。

第二代：(1958~1964 年)以晶体管为主要元件，使用高级程序设计语言，运算速度每秒几万次到几十万次，除用于科学计算外，还扩大到数据处理和工业控制方面。

第三代：(1964~1970 年)以中、小规模集成电路为主要元件，机种多样化、系列化，外部设备不断增加，尤其是终端设备和远程通讯设备迅速发展，软件功能进一步完善，运算速度每秒几十万次到几百万次，已广泛运用于各个领域。

第四代：(1970 年开始)采用大规模集成电路和半导体存储器。体积更小，出现了由多台计算机组成的综合信息网络，深入到社会生活的各个方面。此时运算速度每秒几千万次，最高达每秒几亿次。

近年来，正在研制第五代电子计算机，采用超大规模集成电路及其它新的物理器件为主要元件，能处理声音、文字、图象和其它非数值数据，并有推理、联想和学习、智能会话和使用智能库等人工智能方面的功能。

电子计算机发展日新月异，有关资料分析，每 5~8 年电子计算机运算速度提高 10 倍、体积缩小 10 倍，成本降低 10 倍。今后发展正向巨型、微型、网络 and 智能模拟方面发展。

大型机和巨型机标志一个国家科技水平和工业发展程度。我国研制的巨型机“银河”运算速度可达每秒一亿次。世界上的巨型机最快可达每秒五亿次。微型机具有体积小、重量轻、功耗小、价格低等显著特点，其应用范围极为广泛，已渗透到各部门、各部件以及人们的家庭生活中，如我国的

中华学习机正朝进入家庭方向发展。电子计算机网络是计算机技术与通讯技术相结合的产物，它不仅可以实现远程信息处理，而且可以共享系统的资源。

二、电子计算机的特点

电子计算机与所有计算工具相比较，它的记忆能力极强，能十分严格地按程序规定的步骤与方案自动地工作，准确无误又效率极高地处理大量的信息。特别是进行单调、重复、繁琐的工作时不仅保持高速、而且不会疲劳出错。电子计算机的特点可归纳为：

1. 计算速度快。高速计算机每秒近十几亿次，微型机也可达每秒 10 万次。

2. 计算精度高。电子计算机的计算精度可由千分之几到百万分之几，这是任何其它计算工具所望尘莫及的。

3 具有记忆特性和逻辑判断能力。把数据程序存入进行处理计算并把结果保存起来，这是电子计算机区别于其它计算工具较本质的特点。它还可以进行各种逻辑判断，对两个信息进行比较、判断和选择，也可以进行逻辑推理和定理的证明。

4. 能自动地进行控制。十分严格地按程序规定的步骤与方案工作，不必人工干预。

三、电子计算机的应用

电子计算机的应用已经非常广泛，甚至很难找出不能使用电子计算机的部门和行业。归纳起来可分为下述五个方面：

1. 科学计算

在科学研究和工程设计中提出大量的数学问题，计算机开始是为这一数值计算而产生的计算工具。由于它速度快、精度高，大大缩短计算周期，节省人力物力，因此在军事、经济建设、天文观测及气象预报中，在人造卫星设计、发射、运行的观测中都离不开计算机。如若用人工计算 24 小时天气预报需要几个星期的时间，显然结果是毫无价值的，而运用电子计算机几分钟内就得出结果。目前电子计算机的功能已超出“计算机”的概念，广泛应用于以下几方面。

2. 信息处理

在科学研究和工程技术中，会得到大量的信息，其中包括大批数据及图片资料。数据处理就是对这些信息进行综合分析，加工整理，并按需要给出诸如记录、表格、曲线等形式的结果，及时准确地整理出报表及清单。信息处理已涉及到企业经济管理，事务管理，图书资料处理和检索等内容。

3. 计算机辅助设计和辅助教学

利用电子计算机的计算、逻辑判断等功能帮助人们进行各种工程技术的设计工作，使设计过程趋向半自动化或自动化。不仅缩短了设计周期而且节省人力、物力、财力，降低成本，保证质量。现在已采用计算机辅助设计大规模集成电路、船舶、飞机、建筑以及设计更新型的计算机。

计算机辅助教学作为一种自动化教学机器，用来辅助完成教学计划或模拟某个实验过程。计算机可按不同要求，分别提供所需的教材内容，还可以个别教学，自我检测，自动评分，并与其它教育器材一起配合使用，对提高教学质量，培养学生学习积极性起较大作用。

4. 实时控制

利用计算机及时搜集、检测所控对象的数据，并进行加工处理，然后按最佳方案对控制对象进行自动控制。这种控制能使工业生产、交通运输、国防军事的生产和管理实现高速化、大型化、综合化和自动化。

5. 人工智能

人工智能是计算机科学与其它学科的结合，是一种具有一定“思维能力”的机器。这方面的研究和应用刚刚开始，但在医疗诊断、定理证明、语言翻译、机器人等方面，已有了显著的成效。目前世界上已有上万个机器人在危险有害的工作岗位上代替了人。

第二节 微型计算机的组成及工作原理

微型计算机是我们将要学习的计算机，它当然具有计算机的基本组成与工作原理，为便于我们在学习中对照观察，下面以微型机为实物说明并简称为计算机。由于计算机就最基本的工作原理而言，脱离不了人进行信息处理时所包含的最简单、最原始化的规律和特征。这里我们把人比作信息处理机与计算机加以对照。

一、人进行信息处理的过程

(1) 信息的输入 信息由人处理之前，必须先存在于大脑记忆之中，这就需要有输入信息手段。人靠视觉、听觉、味觉、触觉及嗅觉等方式感知信息，通过感觉把信息输入给大脑。

(2) 信息的存储 信息输入后存储于大脑记忆部分，处理的结果信息也存储在大脑的记忆部分。

(3) 信息的处理 对信息的加工处理是包括对信息的分析、判断、筹划与执行相应的处理方法和步骤，并得出处理结果。这由大脑控制并执行处理的，按顺序协调动作、严格执行工作步骤。

(4) 信息的输出 当信息加工处理后，把结果公布出去，人是靠发声来表达语言，手写或打字表达文字与图形等等。

总之，人作为信息处理机有输入、存储、处理和输出信息的功能，并按一定顺序一定方式协调地执行。

二、计算机的基本组成

实现自动化信息加工，计算机必须具备能够实现上述相似功能的一些基本装置。这些装置如图 1-1 所示

(1) 输入、输出设备 计算机的输入设备是把原始数据、程序等信息转换成计算机所能识别的电信号，并送入计算机的存储器中去。如微型计算机上的键盘与磁盘机。计算机的输出设备是把结果，如数字、字母、符号和图形表示出来，最常见的输出设备是显示器和打印机。

(2) 存储器 存储器的功能是保存大量信息，这就是通常说的计算机的“记忆”能力。存储器可分为两类：

1) 内存 其存储容量较小，但速度快，用来存放现行程序的指令和数据，并直接与运算器、控制器联系，交换信息，内存储器由许多存储单元组成，每个单元能存放二进制信息，它可以是一个二进制数据，或一条由二进制代码表示

的指令（即让计算机执行的基本操作）。一个存储单元中所存放的内容称为一个“字”，一个字所包含的二进制位数称“字长”。现在微型机一般字长为 8 位或 16 位，也可达 32 位。

一个存储器中可包括成千上万个存储单元，它表明了存储容量。存储容量以 K 为单位 ($1K = 2^{10} = 1024$)。我们使用的 APPLE 机容量为 48K 或 64K。存储器中每个单元有自己的号码，称为“地址”，从存储器中找一个字或放一个字，就必须知道它所在单元的地址，然后按指定的地址存入或取出信息。

微型机中的内存储器可分为只读存储器和读写存储器两大类：

只读存储器 (ROM)：它的信息能被读出却不能被改变。关闭电源后，ROM 中信息不会消失，通电后又可以立即使用。因此 ROM 可以存放微型机的系统程序、管理程序等。

读写存储器（又称随机存储器）RAM：它的信息可以被

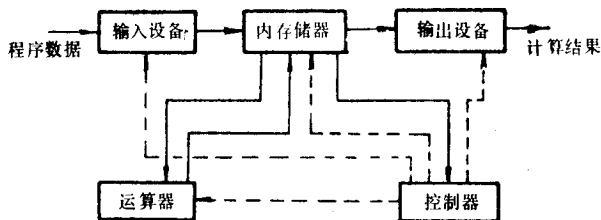


图 1-1 计算机的基本组成

读出，又可以写入新的信息。切断电源后，RAM 中的信息丢失。

2) 外存 其存储容量大，但存取速度较慢。一般用来存储大量暂时不参加运算的数据和中间结果，需要时，可成批地和内存储器进行信息交换。我们使用的微型机常用磁盘或磁带作为外存储器。

3) 运算器 这是对二进制进行算术运算和逻辑运算的装置。实际上运算器的核心部分是一个加法器。运算器最重要的内容是运算速度。它与进行计算时的速度以及与内存储器的工作速度有关。

4) 控制器 它的任务是用来指挥计算机各部件协调地工作，保证数据信息的运算能按照预先规定的目的和步骤操作，并使处理过程有条不紊地进行，是计算机的“神经中枢”。

如 1-1 图所示，计算机正是在控制器的指挥下高速自动地运行。图中实线代表数据传递的方向，虚线代表控制信号。首先由控制器发出输入命令，将数据与程序由输入设备送入内存储器，然后再发出控制命令给内存储器，将数据送入运算器，控制器根据程序安排向运算器发出运算命令，并将算后的结果送回内存储器。最后控制器向输出设备发出输出命令，将内存储器结果经输出设备输出。

人们通常把内存储器、运算器和控制器合称为计算机“主机”。而把运算器控制器做在一个集成电路块上称为中央处理器，又称 CPU。APPLE 机以 6502 芯片为 CPU。也可以说主机是由 CPU 与内存组成的，而主机以外的装置称为“外部设备”。外部设备包括输入、输出设备，外存储器、终

端设备等等。

三、计算机的硬件与软件

使用计算机实际上是对计算机系统的应用。计算机系统则包括硬件与软件两大部分。上面介绍计算机的实体部分，即控制器、运算器、存储器以及输入输出部分称为硬件，所谓看得见摸得着的部分。而让这些实体部分自动地工作就必须具备软件。计算机软件又可分为系统软件与应用软件两部分。系统软件是为让计算机硬件系统各部件能协调动作，正常运行，实现各种功能而编制的一些专用程序。应用软件主要是用户为解决生产、管理及科研中某方面的需要而设计的程序。计算机的软件放在存储器里，可以随时调用。计算机配备的软件越多，它能处理的问题就越多。

四、计算机的工作过程

在这里我们只能粗略地说明计算机的工作过程，并以计算 $4 \times 3 - 5$ 为例。

第一步：输入设备接收编好的程序及原始数据（4，3，5）存在存储器中。

第二步：启动计算机执行程序。从存储器中取出被乘数 4 及乘数 3 送运算器，进行乘法运算，得到中间结果 12。将 12 送回存储器。然后从存储器中取出被减数 12 和减数 5 送运算器，进行减法运算，得到结果 7。并将 7 送回存储器。最后将结果 7 送到输出设备。

第三步：操作者（用户）从输出设备得到结果 7。

这样一步一步的过程相当于对计算机规定了每个动作遵

循的命令，称为指令。计算机取指令，分析、执行指令操作时间很短，一般为百万分之几秒。

在计算机内部，这些指令与数据是以二进制代码形式存储并处理的，因此我们学习计算机应了解二进制。

五、计算机中的数

在日常生活中，我们习惯使用十进制计数法，可是我们还会遇到一些别的计数法：如二进制数（两只为一双）、六十进制数（六十分钟为一小时）等等。在计算机中、常用的是二进制、八进制、十六进制数。

1. 什么是二进制数

我们习惯使用的十进制数是由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 十个符号组成，例如 1987 可表示成

$$\begin{aligned} & 1 \times 1000 + 9 \times 100 + 8 \times 10 + 7 \times 1 \\ & = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 \end{aligned}$$

式中每个数字符号的位置不同，它所代表的数值也不同，这就是经常说的个，十，百，千，……位的意思。二进制数中，数只有 0 和 1 两个符号，它和十进制一样，数中 0 和 1 的位置不同，它所代表的值也不同，例如二进制的 1101 表示十进制数 13。

$$\begin{aligned} (1101)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 8 + 4 + 0 + 1 = 13 \end{aligned}$$

二进制的四则运算法则比较简单，按逢二进一进行计算的法则各只有四条。

加法: $0+0=0$

乘法: $0\times 0=0$

$1+0=1$

$1\times 0=0$

$0+1=1$

$0\times 1=0$

$1+1=10$

$1\times 1=1$

而十进制的加法法则有100条,乘法法则有81条。显然二进制运算规则比十进制运算规则要简单得多。

一般我们用()角标表示不同进制的数。如十进制数用()₁₀表示,二进制数用()₂表示。

2. 不同进制数之间的转换

用计算机处理十进制数,必须先把它转化成二进制数才能被计算机所接受,同理,计算结果应从二进制数转化成人们习惯的十进制数。这就产生了不同进制数之间的转化问题。

1) 十进制数与二进制数之间的转换

(1) 十进制整数转换成二进制数

把一个十进制数转化为二进制数的方法如下:把被转换的十进制数反复地除以2,直到商为0,所得的余数(从末一位读起)就是这个数的二进制表示。简单地说就是除2取余法。

例1 将十进制数29转化成二进制数。

解:
$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 29} \cdots \cdots \cdots \text{余 } 1 \\ 2 \overline{) 14} \cdots \cdots \cdots \text{余 } 0 \\ 2 \overline{) 7} \cdots \cdots \cdots \text{余 } 1 \\ 2 \overline{) 3} \cdots \cdots \cdots \text{余 } 1 \\ 2 \overline{) 1} \cdots \cdots \cdots \text{余 } 1 \\ 0 \end{array}$$

$$\therefore (29)_{10} = (11101)_2$$

(2) 二进制数转换成十进制数

把二进制数转化为十进制数的方法是：将这个二进制数的最末一位乘以 2^0 ，倒数第二位乘以 2^1 ，……以此类推，最后将各位上乘得的结果相加即可。如： $(11101)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (29)_{10}$

例2 将 $(11010111)_2$ 转化为十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解：} (11010111)_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 \\ &\quad + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 \\ &\quad + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 128 + 64 + 16 + 4 + 2 + 1 \\ &= (215)_{10} \end{aligned}$$

$$\therefore (11010111)_2 = (215)_{10}$$

2.) 二进制数和八进制数之间的转换

八进制数使用八个数码0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。它是逢八进一。十进制数转换为八进制数的方法与十进制转换为二进制的方法类似，用除8取余法即可，这里我们就不详细介绍了。

(1) 二进制数转换成八进制数

方法：把二进制数从低位到高位每三位用一个八进制表示，最高位不足三位时用0补足。

例3 将 $(10110101110)_2$ 化为八进制数。

$$\begin{array}{cccc} \text{解：} & \underline{010} & \underline{110} & \underline{101} & \underline{110} \\ & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ & 2 & 6 & 5 & 6 \end{array}$$

$$\therefore (10110101110)_2 = (2656)_8$$

(2) 八进制数化二进制数

方法：将八进制的每一位都变成三位二进制数，然后将其连在一起即可。

例4 将 $(6237)_8$ 转换为二进制数。

解： 6 2 3 7
 110 010 011 111

$$\therefore (6237)_8 = (110010011111)_2$$

另外，八进制数转换为十进制数的方法与二进制转换为十进制的方法类似。最低位乘以 8^0 ，倒数第二位乘 $8^1 \dots$ ，举例如下：

例5 将 $(6237)_8$ 化十进制数。

$$\begin{aligned}(6237)_8 &= 6 \times 8^3 + 2 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 7 \times 8^0 \\ &= 3072 + 128 + 24 + 7 = (3231)_{10}\end{aligned}$$

$$\therefore (6237)_8 = (3231)_{10}$$

3) 二进制数与十六进制数之间的转换

十六进制数使用 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F 十六个符号，并按逢十六进一计数。十进制数转换成十六进制数与十进制数转换成二进制数的方法类似，用除16取余法。

综上所述，我们可得出以上几种数制的对照表如表 1-1 所示。

(1) 二进制数转换成十六进制数

从表1-1中可以看出，二进制的每四位，刚好对应于十六进制的一位，其转换方法是：将二进制数从低位向高位（即从右至左）每四位分成一组，不足四位时左边添 0 补足四位，每组对应一位十六进制数即可得到十六进制数。

表1-1 几种数制的对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	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

例6 将二进制数转换为十六进制数。

(1) $(101001010111)_2$ (2) $(100101101011111)_2$

解: (1)
$$\begin{array}{ccc} \underline{1010} & \underline{0101} & \underline{0111} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ A & 5 & 7 \end{array}$$

$\therefore (101001010111)_2 = (A57)_{16}$

(2)
$$\begin{array}{cccc} \underline{0100} & \underline{1011} & \underline{0101} & \underline{1111} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 4 & B & 5 & F \end{array}$$

$$\therefore (100101101011111)_2 = (4B5F)_{16}$$

(2) 十六进制数转换为二进制数

方法：把十六进制数每一位写成四位二进制数，连接起来，即成二进制数。

例7 将 $(5B7E)_{16}$ 化成二进制数。

解： 5 B 7 E

0101 1011 0111 1110

$$\therefore (5B7E)_{16} = (10110110111110)_2$$

例8 将十六进制数化十进制数。

(1) $(73F)_{16}$

(2) $(5A1)_{16}$

$$\begin{aligned} \text{解 (1) } (73F)_{16} &= 7 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 1729 \\ &\quad + 48 + 15 = (1855)_{10} \end{aligned}$$

$$\therefore (73F)_{16} = (1855)_{10}$$

$$\begin{aligned} \text{(2) } (5A1)_{16} &= 5 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 1 \times 16^0 \\ &= 1280 + 160 + 1 = (1441)_{10} \end{aligned}$$

4) 将十进制小数转换成二进制小数

十进制小数转化成二进制小数的方法是将其小数部分反复乘2，每次乘2后，取出其整数部分，然后再将其小数部分乘2，直到满足精度要求为止。简称乘2取整法。

例 将 $(0.375)_{10}$ 化为二进制数

解 0.375

$$\begin{array}{r} \times 2 \\ 0 \cdots \cdots \hline 0.750 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 2 \\ 1 \cdots \cdots \hline 1.50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.5 \\ \times 2 \\ \hline 1.0 \end{array}$$

$$\therefore (0.375)_{10} = (0.011)_2$$

最后请读者考虑如何将混合小数化为二进制数呢？

第三节 APPLE-II 的基本操作

1. 开、关机

(1) 开机: 按照先开显示器再开主机的顺序打开电源开关。当屏幕上出现 $\blacksquare$ 提示符和光标后可以开始使用 APPLE II 的 BASIC 语言。

若主机已接磁盘驱动器, 则开机后要同时按下 CTRL 键和 RESET 键 (有些 APPLE 机只需按下 RESET 键即可)。

(2) 关机: 先关主机再关显示器电源开关。

2. 清除内存程序

在输入一个新程序之前, 必须先清除内存中原有的程序。做法是: 在提示符后面打入 NEW 命令 (从键盘上依次打入 N、E、W 三个字符, 然后按回车键即 RETURN 键)。

3. 输入程序

按照写好的程序, 以一个程序行为单位逐个打入字符, 每打完一个程序行, 按一下回车键。只有按回车键后输入程序行才存入内存中。

4. 执行程序

程序正确地输入完毕后打入RUN命令（从键盘依次打入R、U、N三个字符再按回车键），则可以执行已输入的程序。

5. 列程序清单

需要时可打入LIST命令显示已输入的程序清单。

6. 修改的基本方法

（1）光标仍在本行（还没按回车键）发现输入的程序行中有错误，可用移动光标键  和  把光标移到应修改字符处重新打入正确字符。

（2）光标已移到下一行（已按了回车键）发现前面输入程序行有错误。可重新打入出错误程序行的行号，并在输入正确内容之后按回车键。则后输入的内容就取代了相同行号原来的内容。

习 题 一

1. 电子计算机有什么特点？

2. 电子计算机有哪些方面的主要用途？请举例说明。

3. 填空

(1) $(41)_{10} = (\quad)_2 = (\quad)_{16}$

(2) $(128)_{10} = (\quad)_2 = (\quad)_{16}$

(3) $(0.4375)_{10} = (\quad)_2$

(4) $(1101)_2 = (\quad)_{10} = (\quad)_{16}$

(5) $(01011010111)_2 = (\quad)_{10} = (\quad)_{16}$

(6) $(21A)_{16} = (\quad)_{10} = (\quad)_2$

(7) $(85)_{16} = (\quad)_{10} = (\quad)_2$

(8) $(2BC)_{16} = (\quad)_{10} = (\quad)_2$