

微型计算机原理

唐瑞庭 主编

人民邮电出版社

微型计算机原理

唐瑞庭 主编

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书以 Intel 8086 为基础,系统全面地阐述了计算机基础知识、典型的 8 位机原理、8086CPU 编程结构、存储器组织、8086 指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、输入输出接口和常用接口芯片,以及在实时控制方面常用的 MCS-51 系列单片机原理与开发。

本书内容丰富、概念清晰、由浅入深、层次分明、重点突出、系统性强。对重点难点剖析详尽,并配有典型实例加以说明。全书共分九章,除第一、九章外每章后面都附有大量丰富的习题与课文相配套,供复习、思考和作业。

本书可作为各行业中等专业学校非计算机专业的教材,也可作为有关大专院校、培训班的教学用书,亦可供工程技术人员自学参考。

微型计算机原理

唐瑞庭 主编

责任编辑 马月梅

*

人民邮电出版社出版发行

北京朝阳门内南竹杆胡同 11 号

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1995 年 2 月 第一版

印张:22.75 页数:182 1995 年 5 月 北京第 2 次印刷

字数:563 千字

印数:14 001-22 000 册

ISBN 7-115-05518-1/TP·150

定价:19.00 元

前 言

随着邮电通信事业飞速发展,新技术、新理论、新装备日新月异。我司原组织编写的中专教材有些内容显得陈旧,难于适应新形势下教学的需要,为此我们对教学大纲进行了修订,并对原教材出版计划做了调整,重点突出了新技术方面的教材。今后将陆续出版。

教材是提高教学质量的关键。编写教材时力求以马列主义、毛泽东思想为指导,运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律,内容力求结合实际,提高学生的实践动手能力。

对于书中的缺点和错误之处,希望教师 and 同学们在使用过程中及时指出,以便修改提高。

邮电部教育司

1994 年 1 月

编者的话

“微型计算机原理”是一门重要的技术基础课。本书以国内外主流机种 Intel 8086 为基础,叙述了 CPU 编程结构与工作原理、存储器组织、8086 指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、输入输出接口和常用接口芯片,以及在实时系统中广泛应用的 MCS-51 系列单片机。对于初学者来说,从学习 8086 起步,难度较大,为此编者结合教学实践,从典型的 8 位机(Z80)开始,由易到难,循序渐进,逐步深化,进而达到在总体结构上正确地把握 8086CPU 和 IBM PC 机。

本书重点是 8086CPU、指令系统和汇编语言程序设计、接口电路和常用接口芯片。其中接口芯片内容可结合专业需要将部分接口芯片放到“微机接口”课程中讲解。

本书根据邮电中专电信类“微型计算机原理教学大纲”编写,适用课时为 120 左右。与本书配套的实验教材是《微型计算机原理实验指导》,书中介绍的“16 位微型计算机实验接口卡”可插在任何 PC 系列兼容机(包括 486)上进行各种汇编、接口实验,开发新的实验、程序和应用,本卡已广泛使用,方便、实用、价廉。

本书可作中等专业学校非计算机专业的教学用书,亦可作为大专院校、培训班及工程技术人员自学用书。

安徽省邮电学校张桂兰老师编写了本书的第一至第四章,福建省邮电学校汤丽英老师编写了第五、六章,江苏省邮电学校唐瑞庭老师编写了第七、八章和附录 I、II、III,北京电信学校江琪老师编写了第九章以及与本书配套的《微型计算机原理实验指导》,全书由唐瑞庭主编。

邮电中专教学指导委员会对本书的编写和出版给予大力支持,邮电中专教学指导委员会秘书长杨荣同志和微机教学指导组全体成员参与了本书编写大纲的讨论,并提了许多宝贵意见,在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者的水平所限,加之时间仓促,缺点和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

编者 1994.5

目 录

第一章 绪 论

第一节 微型计算机的发展与应用	1
一、计算机的发展	1
二、微型计算机的发展	2
三、我国计算机的发展	3
四、微型计算机的特点	3
五、微型计算机的应用	3
第二节 计算机的硬件、软件及系统组成	4

第二章 计算机中的数制与码制

第一节 数和数制	6
一、计算机中的数	6
二、进位计数制	6
三、常用进位制之间的转换	8
第二节 有符号二进制数的表示与运算	9
一、带符号数的表示方法	9
二、补码的加减法运算	13
三、原码的乘法运算	14
第三节 微型计算机中常用字符编码	16
一、BCD 码	16
二、ASCII 码	16
思考与习题	17

第三章 8086/8088 微处理器

第一节 微型计算机基础	19
一、微型计算机的基本结构	19
二、常用名词术语	24
三、微型计算机的工作原理	25
第二节 8086/8088 CPU 编程结构	30
一、8086 CPU 结构	31
二、8086 寄存器结构	32
第三节 8086/8088 CPU 引脚及其功能	36
一、8086 引脚及其功能	36
二、8088 与 8086 的比较	40

第四节 工作模式	41
一、8086 总线结构	41
二、最小模式系统	44
三、最大模式系统	46
第五节 8086 CPU 时序	47
一、指令周期、总线周期和时钟周期	47
二、8086 CPU 读总线周期	48
三、8086 CPU 写总线周期	50
四、具有等待状态的读总线周期和写总线周期	52
思考与习题	53

第四章 半导体存储器

第一节 概述	54
一、半导体存储器的分类	54
二、半导体存储器的组成	55
第二节 随机存取存储器 RAM	57
一、静态 RAM	57
二、动态 RAM	60
第三节 只读存储器 ROM	62
一、掩模式只读存储器 ROM	62
二、可编程只读存储器 PROM	63
三、可擦除编程只读存储器 EPROM	63
第四节 存储器与 CPU 的连接	65
一、存储器芯片的扩充	65
二、存储器与 CPU 的连接	67
第五节 8086 存储器	74
一、存储器的结构	74
二、存储器的寻址	74
三、存储器的分段	77
四、物理地址的产生	77
五、堆栈和堆栈操作	78
思考与习题	80

第五章 8086 指令系统

第一节 指令的编码格式	82
一、指令的一般格式	82
二、指令格式	85
第二节 指令操作数的寻址方式	86
一、立即寻址方式	87
二、寄存器寻址方式	87

三、存储器操作数的寻址方式	87
第三节 8086 指令系统	90
一、指令的分类与常用符号的说明	91
二、数据传送指令	91
三、算术运算指令	102
四、位处理指令	116
五、处理机控制指令	125
思考与习题	127

第六章 汇编语言程序设计

第一节 汇编语言语句结构	131
一、指令性语句	131
二、指示性语句	132
第二节 汇编语言语句的数据项	136
一、常量和操作数	137
二、表达式	137
第三节 汇编语言程序设计	142
一、汇编语言程序设计概述	142
二、顺序程序设计	144
三、分支程序设计	147
四、循环程序设计	153
五、分支与循环程序应用举例	162
第四节 模块化程序设计	171
一、子程序	171
二、模块化程序设计	180
第五节 DOS 功能调用	181
一、概述	181
二、常用 DOS 功能(I/O)调用	182
第六节 调试程序 DEBUG	187
一、DEBUG 程序的功能和调用	188
二、DEBUG 命令的使用	188
思考与习题	193

第七章 中断系统

第一节 8086/8088 中断系统	196
一、中断系统概述	196
二、8086/8088 中断结构	203
三、ROM BIOS 中断调用	207
第二节 可编程中断控制器 8259A	213
一、8259A 的编程结构	213

二、8259A 的工作方式	215
三、8259A 的编程	218
四、8259A 的应用	223
思考与习题	227

第八章 输入/输出系统

第一节 输入/输出接口及数据传送方式	228
一、概述	228
二、输入/输出传送方式	230
三、IBM PC 系统 I/O 接口的基本配置	241
第二节 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A	243
一、8255A 编程结构	243
二、8255A 控制字及工作方式	245
三、8255A 应用举例	253
第三节 可编程计数器/定时器接口芯片 8253	258
一、8253 编程结构	259
二、8253 控制字及工作方式	261
三、8253 初始化编程和读操作	267
四、8254 对 8253 的改进	269
五、8253 应用举例	270
第四节 可编程串行输入/输出接口芯片 8251A	273
一、串行通信概述	273
二、8251A 的结构和初始化编程	287
三、8251A 的应用	297
思考与习题	299

第九章 MCS-51 单片计算机

第一节 MCS-51 单片机的结构与特点	302
一、概述	302
二、8031 单片机的硬件结构	303
第二节 指令系统与汇编语言程序设计	309
一、寻址方式	310
二、指令系统	311
三、程序设计举例	315
第三节 单片机的系统扩展	316
一、8031 单片机的外部扩展性能	316
二、程序存储器 EPROM 的扩展	318
三、数据存储器 RAM 的扩展	318
四、并行 I/O 口的扩展	321
五、显示器和键盘的扩展	325

第四节 MCS-51 单片机的接口功能	330
一、8031 的中断系统	330
二、定时器/计数器及其应用	332
三、串行接口	336
附录 I ASCII 码(美国信息交换标准码)表	341
附录 II 指令对标志位的影响	343
附录 III 8086 指令编码表	344

第一章 绪 论

第一节 微型计算机的发展与应用

一、计算机的发展

人类在同大自然的斗争中,创造并逐步发展了计算工具,为了适应近代科学技术的发展需要,诞生了电子计算机。电子计算机是现代科学技术的产物。

表 1-1 各代电子计算机的比较

	第一代 1946~1957 年	第二代 1958~1964 年	第三代 1965~1970 年	第四代 1971 年以后	第五代 1982 年以后
逻辑 元件	电子管	晶体管	中、小规模 集成电路	大、超大规模 集成电路	超大规模 集成电路
存储器	磁 鼓 磁 芯	磁 芯 磁 鼓	磁 芯 磁 鼓	半导体	半导体、磁泡 磁盘、光盘
典型机器	IBM-701 IBM-650	IBM-7090 IBM-7094	IBM-370(大) IBM-360(中)	ILLIAC-IV(巨) VAX-11(小) INTEL8080 MC6800、Z-80 INTEL8086 等	正在研制中
软件	机器语言 汇编语言	汇编语言 高级语言	分时操作 会话式语言 结构程序设计	程序设计 自动化 数据库 软件工程	软件工程 知识库 自然语言处理
应用范围	科学计算	科学计算 数据处理 工业控制	大型科学计算 分时操作系统 模拟系统设计	大型科学计算 大型事务处理 计算机网络 智能模拟等	人工智能 专家系统 计算机网络

1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator 电子数字积分计算器)在美国制成,它是为解决复杂的导弹计算而研制的。这台电子计算机(简称计算机)约使用了 18000 个电子管、1500 个继电器、耗电量达 150kW,占地面积 167m²,重量约 30t,计算速度 5000 次/秒。体积大、功耗大、速度慢,远不如现在的微型计算机,但它却奠定了现代计算机的技术基础。从 1946 年至今的 40 多年里,计算机得到了迅速的发展,它经历了电子管、晶体管、小中规模集成电路、大规模集成电路四代。现在正研制第五代计算机,这

一代计算机将是超大规模集成电路(VLSI)和人工智能为主要特征的崭新的一代计算机。表 1-1 为对各代计算机的比较。

二、微型计算机的发展

微型计算机是计算机技术和半导体技术飞速发展的产物,属于第四代计算机。从 1971 年至今,仅仅 20 多年已经经历了四代。

第一代(1971~1973 年)是由美国 Intel 公司推出的 MCS—4 微型计算机,是由 4 位微处理器 Intel—4004 为核心的。虽然它只能完成串行的十进制运算,使用机器和简单的汇编语言,但它的诞生标志着计算机进入一个崭新的发展阶段。

表 1-2 各代微型计算机的比较

	第一代 1971~1973 年	第二代 1974~1977 年	第三代 1978~1980 年	第四代 1981 年以后
典型的微型计算机	Intel 4004 Intel 8008	M6800,6809 Intel8080,8085 Z80	MC68000 Intel8086 8088	MC68020 Intel80386、 80486、Hpp32
字长	4/8 位	8 位	16 位	32 位
时钟频率	0.5~0.8MHz	1~2.5MHz	5~10MHz	10MHz 以上
基本指令执行时间(μ s)	10~15	1~2	0.4~0.75	<0.125
芯片引脚	16~24 条	40 条	40~64 条	64 条
数据总线	4/8 条	8 条	8/16 条	32 条
地址总线	4~8 条	16 条	20~24 条	24~32 条
软件	机器语言 简单汇编语言	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 操作系统	操作系统 高级语言

第二代(1974~1977 年)是 8 位微型计算机时代。早期的产品有 MCS—80 微型机计算机。在此基础上又推出了有代表性的第二代微型计算机如 Intel 公司的 8080, Motorola 公司的 M6800, Zilog 公司的 Z80 等。这一代的微型计算机集成度较高,执行速度较快,指令系统比较完善,已具有典型的计算机体系结构,以及中断、DMA 等控制功能。软件方面还配了一些常用的高级语言及相应的解释程序和编译程序以及操作系统。但 8 位的微型计算机的字长较短,速度较慢,所以在应用方面受到一些限制。

第三代(1978~1980 年)是以 Intel 公司的 16 位微处理器 8086 和 Motorola 公司的 MC68000 为代表第三代微处理机。它们的速度已赶上和超过了小型计算机。在软件方面,可以使用多种高级语言,有完善的操作系统,大型的数据库,还可以组成多处理机系统。从而使微型计算机在各个领域中的应用迅速发展。

第四代(1981 年以后)是 32 位微型计算机。代表产品有 Intel 公司的 80386、80486, Motorola 公司的 M68020 等。特点是速度快、集成度高、数据吞吐量大、可靠性强、成本低。表 1-2 为各代微型计算机的比较。

现在各种类型的微型计算机已在各个领域获得广泛应用,并对整个科学技术发展起着积

4
极的推动作用。

三、我国计算机的发展

我国计算机是从 50 年代开始发展的,其发展过程同样经历了国际上计算机发展的几个阶段,先后研制出电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路的计算机。1983 年我国首次研制成功“银河”号巨型计算机,运算速度达 1 亿次/秒,1992 年又研制成功运算速度达到 10 亿/秒的“银河 I 号”巨型计算机,这标志着我国计算机技术的发展已达到一个新的水平。

70 年代我国开始研制微型计算机,先后推出了 DJS-050 等系列微型计算机。尤其在近十年来我国的微型计算机发展进入了一个崭新的年代,研制出与 IBM-PC 系列微机兼容的国产微机,如长城 286、386、486 等。同时开发了适合我国国情的微型计算机软件产品,引进并汉化了国外一些优秀软件,这对普及微型计算机的应用起了重要作用。

四、微型计算机的特点

微型计算机除了具有计算机的运算速度快、计算精度高、有记忆功能和逻辑判断能力外,还有以下特点:

① 体积小、重量轻、功耗低。一个单片微机,可以在仅几十平方毫米的硅片上,如功能较强的 16 位微处理器 MC6800,13000 个门电路只占 6.25×7.14 平方毫米芯片,其重量只有几十克,功耗仅 1.2W。这个优点应用在军事、航天、智能仪器、自动控制等方面特别有意义。

② 可靠性高,使用环境要求低。由于使用大规模集成电路,简化了外接引线和外加逻辑,安装容易,大大提高了可靠性,在一般场合都可以使用,无需特殊要求。

③ 系统设计灵活,使用方便。现在的微处理器芯片及其相应外围支持逻辑部件都有标准化、系统化产品,用户可根据需要象搭积木似的构成不同规模的系统。这些大规模集成电路 (LSI) 芯片外引线不太多,连接较简单,即使没有受过计算机专业训练的人也不难组装出一个系统。

④ 价格便宜。由于大规模集成电路工艺的迅速发展,其集成度越来越高,芯片的价格越来越便宜。当前微型计算机正以每两年功能增加一倍,价格降低一倍的速度发展。低廉的价格是微型计算机获得广泛应用的重要原因之一。

五、微型计算机的应用

从 70 年代微型计算机问世以来,由于它具有体积小、重量轻、功耗少、价格低、可靠性高、结构灵活等特点,使应用范围深入到各行各业,从人造卫星到日常生活用品,从科学计算到儿童玩具,都有微型计算机的踪迹。可以说是遍及国民经济的各个部门。总的说来,它的范围可概括为科学计算、数据处理和过程控制三个领域。

下面概括地举出一些应用例子,可以从中看出微型计算机的应用程度。

军事方面:微型计算机用于导弹、核武器、宇宙飞行器、电子对抗、雷达、潜水定位等各种控制和信息处理。

工业方面:用于化工过程控制、机床自动控制、冶炼过程控制、发电厂控制、装配机械控制、机器人等。

通信方面:用于电话交换机(程控)、传真电报、遥控遥测、气象情报等。

交通运输方面:交通信号控制、自动售票、火车调度、汽车自动点火系统等。

商业方面:银行终端、自动售货机、办公自动化、仓库管理、票据管理、超级市场管理等。

医学方面:脑电图处理、X 射线装置、血液分析处理、诊断病情开处方等。

日常生活方面:计算器、电冰箱、洗衣机、电饭锅、智能玩具等。

总之,微型计算机在各个领域的应用不胜枚举。可以预言,微型计算机在不远的将来将成为人们日常工作生活中不可缺少的工具。

第二节 计算机的硬件、软件及系统组成

不管什么型号的计算机,其基本组成结构都是相同的,见图 1-1。

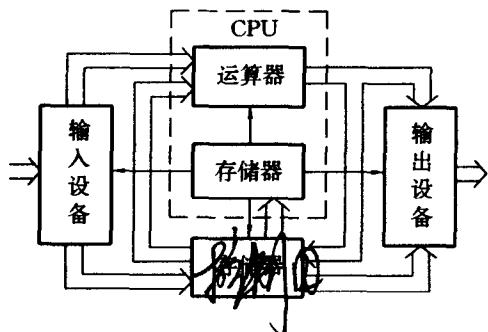


图 1-1 计算机基本结构框图

由图可见,计算机是由输入设备、输出设备、存储器、运算器和控制器五大部件构成的。

由于计算机是按照程序对各种数据信息进行自动加工处理的设备,必须在加工前把程序和数据送入机器内,处理后还要把结果输送出来,这需要输入和输出设备来完成。输入设备送来的信息由计算机内存储器来保存;运算器完成程序中规定的各种算术和逻辑运算操作;为了使计算机有条不紊地工作,由控制器指挥各部件协调、自动完成规定的工作。

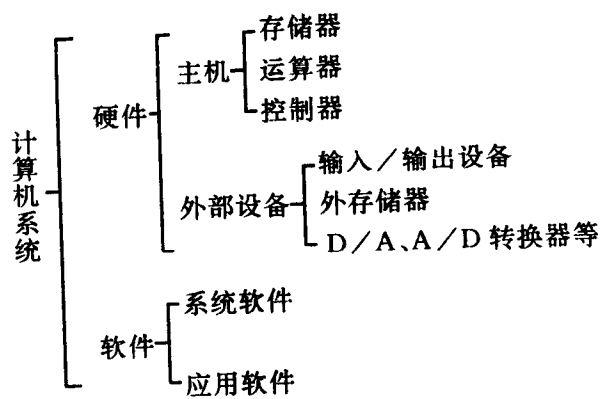
微型计算机是将运算器和控制器集成在一块芯片上,简称中央处理器 CPU(Central Processing Unit),它是一个微处理器(Microprocessor),如图 1-1 虚框所示。微型计算机在原理上和计算机无多大区别,在运算、控制、程序存储及程序设计方面也基本相同。

我们称构成计算机的这些物理器件为硬件。仅有这些硬件部分,计算机是不能工作的,还必须配置相应的软件才行。

软件是计算机工作所需的各种程序和数据的总称。如要计算机解决某个问题,不是把这个问题直接让计算机去解决,而是要编写出一系列解决这个问题的步骤输入至计算机,让它按照这个步骤顺序执行,从而解决问题。编写解决问题的步骤,就是人们常说的编写程序。程序可以用多种语言来编写,计算机能理解并执行的仅仅是机器语言(用二进制代码书写的语言),这种语言在编写、调试和修改时非常麻烦。因此常常用汇编语言(以常用的符号代码来代替二进制代码的语言)和高级语言来编写,但是计算机并不能直接执行这些程序,需要一个“翻译”将用汇编语言或高级语言编写的源程序“翻译”成计算机能理解并执行的机器语言,这些“翻译”也是程序控制,这些程序都称为软件。

软件现在已经成为计算机系统的组成部分,没有软件的计算机是没有多大用处的。软件的形式有多种,为了使用和管理计算机而提供给用户的软件称为系统软件。如各种语言的汇编或编译、解释程序、监控程序、调试程序、故障诊断程序以及各种标准子程序和操作系统等。利用计算机及其系统软件为解决实际问题而编制的程序称为应用软件。软件是实现和扩展计算机功能,提高计算机工作效率必不可少的工具。可以这样说,硬件是计算机的“躯体”,而软件则是计算机的“灵魂”。所以在学习计算机时,这两部分一定要结合起来学习。

综上所述,计算机系统是由硬件和软件构成的,见下表:



第二章 计算机中的数制与码制

内 容 提 要

本章简述了计算机常用进位计数制及它们的相互转换,介绍了有符号数的编码表示和原码一位乘法,以及计算机中常用的字符编码,着重讲解了补码及其运算规律。

第一节 数和数制

一、计算机中的数

计算机的基本功能是对数据进行加工。因此要加工的数据必须送入计算机中。人们习惯用十进制数,而计算机中却采用二进制,这是因为制作具有十个物理状态的器件很困难,而制作具有两个物理状态的器件却容易得多,并且节省器件,运算、处理也方便。所以在计算机中,所有的数字、字符、指令、状态等都是用二进制数来表示的。为了书写方便简洁,计算机还使用其它进制数(十六进制和八进制)。

二、进位计数制

按进位的方法进行计数,称为进位计数制。每种进位计数制都有自己固定的数码和特点。

1. 十进制数

特点:① 有 10 个不同的数码:0、1、2、3、4、5、6、7、8、9;

② 按“逢十进一”的方法计数;

③ 基数为 10,故称十进制。

对于同一个数码,它在数中的位置不同,所代表的数值大小也不同。例如 888.8,小数点右边的 8,数值是 8×10^{-1} ,而小数点左边第一位 8,数值是 8×10^0 ,第二位 8 的数值是 8×10^1 ,第三位 8 的数值是 8×10^2 ,实质上 $888.8 = 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1}$ 故任意一个十进制数 D 都可以表示为:

$$D = \pm (D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 + D_{-1} \times 10^{-1} + \dots + D_{-m} \times 10^{-m}) = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} D_i \times 10^i$$

此式称按权展开式。其中 n、m 为正整数, 10^i 是第 i 位的权, D_i 是第 i 位的数码。

2. 二进制数

特点:① 有两个不同的数码 0 和 1;

② 按“逢二进一”的方法计数；

③ 基数为 2。

和十进制数一样，任一个二进制数都可以表示为：

$$B = \pm (B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + \dots + B_{-m} \times 2^{-m})$$

$$= \pm \sum_{i=-m}^{n-1} B_i \times 2^i$$

n, m 为正整数， 2^i 是第 i 位的权， B_i 是第 i 位的数码。

3. 八进制数

特点：① 有八个不同的数码：0、1、2、3、4、5、6、7；

② 按“逢八进一”方法计数；

③ 基数为 8。

任一个八进制数 Q 都可以表示为：

$$Q = \pm (Q_{n-1} \times 8^{n-1} + Q_{n-2} \times 8^{n-2} + \dots + Q_1 \times 8^1 + Q_0 \times 8^0 + Q_{-1} \times 8^{-1} + \dots + Q_{-m} \times 8^{-m}) = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} Q_i \times 8^i$$

n, m 为正整数， Q_i 是第 i 位的数码， 8^i 是第 i 位的权。

4. 十六进制数

特点：① 有十六个不同的数码：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F；

② 按“逢十六进一”方法计数；

③ 基数为 16。

表 2-1

各种数制对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	00000000	0	0	9	00001001	11	9
1	00000001	1	1	10	00001010	12	A
2	00000010	2	2	11	00001011	13	B
3	00000011	3	3	12	00001100	14	C
4	00000100	4	4	13	00001101	15	D
5	00000101	5	5	14	00001110	16	E
6	00000110	6	6	15	00001111	17	F
7	00000111	7	7	16	00010000	20	10
8	00001000	10	8	17	00010001	21	11

任一个十六进制数 H 也可用下式表示为：

$$H = \pm (H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + \dots + H_{-m} \times 16^{-m}) = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} H_i \times 16^i$$

(n, m 为正整数， H_i 是第 i 位的数码， 16^i 是第 i 位的权。)

为了区别各种数制，可在数码的右下角注明数制或在数的后面加一个字母，如 B(Binary) 表示二进制数，O(Octal) 表示八进制数，D(Decimal) 或不带字母表示十进制数，H(Hexadecimal) 表示十六进制数。