

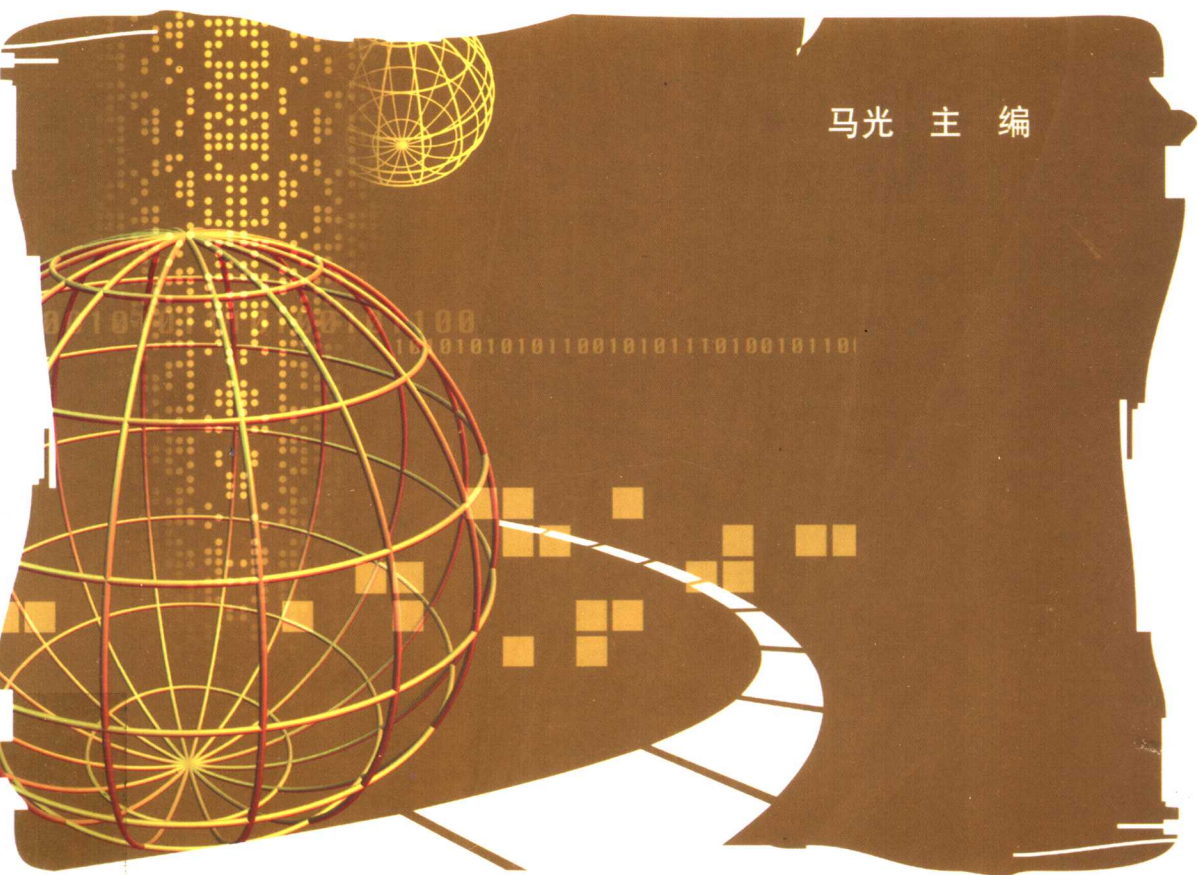


21世纪高校机电类规划教材

单片机原理及应用

Principle and Application of SCM

马光 主 编



21 世纪高校机电类规划教材

单片机原理及应用

主 编 马 光

副主编 顾晓勤

参 编 刘桂波

申桂英

主 审 孙泽昌



机械工业出版社

本书从实用的角度出发,全面深入地介绍了 MCS-51 系列单片机的原理及应用,包括单片机结构与原理、指令系统、汇编语言设计、中断与定时系统、单片机系统扩展、接口技术及单片机应用系统设计等内容。

本书可作为高等工科院校本科机械、自动化及机电类等专业的教材,也可作为高职高专类院校相关专业课程及从事计算机应用、工业控制、智能仪表等领域工作的科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/马光主编. —北京:机械工业出版社, 2006.1

21 世纪高校机电类规划教材

ISBN 7-111-18200-6

I. 单… II. 马… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 154433 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:倪少秋 版式设计:霍永明 责任校对:吴美英

封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·15.75 印张·338 千字

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高校机电类规划教材

编 审 委 员 会

顾 问：李培根 华中科技大学

主 任：左健民 南京工程学院

副主任：童幸生 江汉大学

徐格宁 太原科技大学

党新安 陕西科技大学

刘全良 浙江海洋学院

张世亮 湛江海洋大学

高文龙 机械工业出版社

郑 堤 宁波大学

陈 明 北华航天工业学院

胡 琳 深圳大学

马 光 温州大学

方庆琯 安徽工业大学

邓海平 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

王卫平 东莞理工学院

仝基斌 安徽工业大学

刘小慧 机械工业出版社

刘镇昌 山东大学

李子琼 厦门理工学院

李洪智 黑龙江工程学院

赵先仲 北华航天工业学院

王 华 长春工程学院

朱志宏 福建工程学院

刘申全 华北工学院分院

张 茂 西南石油学院

李建华 中原工学院

陈廉清 宁波工程学院

夏凤芳 上海电机技术高等
专科学校

顾晓勤 电子科技大学
(中山)

倪少秋 机械工业出版社

序

为了适应我国制造业的迅速发展的需要,培养大批素质高、应用能力与实践能力强的应用综合型人才已成为当务之急。这同时对高等教育的办学理念、体制、模式、机制和人才培养等方面提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈,中国机械工业教育协会机电类学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了“21 世纪高校机电类规划教材”编审委员会,本着“重基本理论、基本概念,淡化过程推导,突出工程应用”的原则,组织教材编写工作,并力求使本套教材突出以下特点:

(1) 科学定位。本套教材主要面向应用的综合型人才的培养,既不同于培养研究型人才的教材,也不同于一般应用型本科的教材;在保持高学术水准的基础上,突出工程应用,强调创新思维。

(2) 品种齐全。这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、“实训”、“材料”、“双语”等模块,方便学校选用。

(3) 立体化程度高。教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料,并在网站上为本套教材开设研讨专栏。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,是国家级优秀出版社,是国家高等教育的教材出版基地之一,在机电类教材出版领域具有很高的地位。相信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织下,通过全国几十所学校的老师的仔细认真的编写,一定能够为我国高等教育应用综合型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分教学指导委员会·主任
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任

李培根 院士
于华中科技大学

前 言

单片机具有体积小、集成度高、控制功能强、性能价格比高等独特的优点，在工业控制、智能化仪器、数控设备、数据采集、通信以及家用电器等领域中得到了广泛的应用。为了满足国内相关企、事业单位和科技开发公司对应用型本科人才的需要，使应用型本科院校的学生能更好地掌握单片机的原理及应用技术，使他们具有较强的实践动手能力和较强的就业竞争力，增强企、事业单位和科技开发公司对应用型本科院校培养的毕业生的认可度，使教学更贴近生产实际，同时满足应用型高等工程教育机械类规划教材大纲的要求，结合多年的教学经验和实际应用经验，进行总结而编写了此书。

本书突出精简、新颖和实用的特点，力求简单明了，内容新颖，学完会用；着力构造出单片机应用系统的整体结构，使教材的使用者能够体会到单片机应用于实践的可行性和易实现性；少理论，多实例，努力贴近于实践，使教者易教，学者易学。

本书以市场上流行的 MCS-51 系列单片机为对象，系统地介绍单片机的硬件组成、运作原理、指令系统、软件编程、中断与定时、系统扩展、接口技术、通信技术 etc 单片机应用系统的相关技术，给读者一个单片机及其应用的完整概念，增强先进性、实用性。

本书由温州大学马光任主编，中山大学顾晓勤任副主编，黑龙江工程学院刘桂波、温州大学申桂英参加编写。全书共分九章，其中第七、八、九章由马光编写；第三、四、五章由顾晓勤编写；第二、六章由刘桂波编写；第一章由申桂英编写；全书由马光统稿。同济大学孙泽昌教授对全书进行了认真的审阅，并提出了许多宝贵的建议，在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中疏漏与不当之处在所难免，敬请读者和同行批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 微型计算机基础	1
第一节 微型计算机概述	1
一、基本概念	1
二、微型计算机的组成	1
三、微型机中的数制与编码	3
四、微型计算机的发展与应用	13
第二节 单片机概述	14
一、单片机的内部结构	14
二、单片机的特点	15
三、单片机的发展概况	16
四、单片机的发展趋向	17
五、单片机的选型标准	18
六、单片机的应用	18
本章小结	19
习题与思考题	19
第二章 MCS-51 单片机的硬件结构与原理	20
第一节 MCS-51 单片机的结构与工作原理	20
一、内部结构与工作原理	20
二、引脚及功能	21
第二节 中央处理单元与时序	23
一、运算器和控制器	24
二、时钟电路	26
三、机器周期与指令周期	26
四、指令取指/执行时序	27
第三节 存储器配置	28
一、程序存储器	29
二、数据存储器	30
第四节 并行 I/O 端口	35
一、P0 端口	35
二、P1 端口	36
三、P2 端口	36
四、P3 端口	37

第五节 复位及复位电路	38
一、单片机复位	38
二、单片机复位电路	38
本章小结	40
习题与思考题	41
第三章 MCS-51 指令系统	42
第一节 指令系统概述	42
一、指令格式	42
二、寻址方式	43
三、指令系统中符号说明	48
第二节 MCS-51 单片机指令系统	50
一、数据传送类指令	50
二、算术运算类指令	55
三、逻辑运算类指令	60
四、控制转移类指令	62
五、位操作类指令	66
本章小结	69
习题与思考题	70
第四章 汇编语言程序设计	72
第一节 概述	72
第二节 汇编语言的规范	73
一、汇编语言程序的格式	73
二、MCS-51 伪指令	74
三、汇编语言程序的设计步骤	77
第三节 汇编语言程序设计	77
一、顺序结构程序设计	77
二、分支结构程序设计	80
三、循环结构程序设计	85
四、查表程序设计	87
五、子程序设计	89
第四节 综合应用举例	91
一、算术运算类程序	91
二、逻辑运算类程序	94
三、代码转换运算类程序	95
四、输入/输出类程序 (I/O 端口程序)	96
本章小结	98
习题与思考题	99
第五章 定时器/计数器与中断系统	101
第一节 定时器/计数器	101

一、TMOD 和 TCON 寄存器	102
二、定时器/计数器的初始化	104
三、定时器/计数器的工作方式	105
第二节 中断系统	109
一、中断的概念	109
二、中断系统结构	112
三、中断处理过程	117
四、中断系统的应用	120
本章小结	123
习题与思考题	125
第六章 单片机系统扩展	126
第一节 存储器扩展概述	126
第二节 存储器的扩展	130
一、程序存储器的扩展	130
二、数据存储器的扩展	136
三、程序存储器与数据存储器的综合扩展	140
第三节 并行 I/O 端口扩展	141
一、简单并行 I/O 端口扩展	141
二、可编程并行 I/O 接口及扩展技术	143
本章小结	156
习题与思考题	157
第七章 MCS-51 单片机系统配置及接口技术	158
第一节 键盘接口设计技术	158
一、键盘接口设计主要任务	158
二、键盘接口程序设计	160
第二节 显示器及接口技术	164
一、LED 显示器的结构与工作原理	165
二、静态显示器接口	166
三、动态显示器接口	169
第三节 A/D、D/A 转换器	172
一、D/A 转换器	172
二、A/D 转换器	176
本章小结	180
习题与思考题	180
第八章 串行通信技术	182
第一节 串行通信	182
一、异步通信	182
二、同步通信	183
三、接收/发送时钟	184

四、单工、半双工、全双工通信	184
五、MCS-51 单片机串行口	185
六、串行接口的工作方式	187
第二节 MCS-51 单片机之间的双机通信技术	192
一、双机通信技术硬件连接电路	192
二、双机通信的程序实现	194
第三节 PC 机与单片机之间的双机通信技术	196
第四节 MCS-51 多机通信技术	200
一、多机通信原理	200
二、多机通信协议	202
三、多机通信实例	202
本章小结	206
习题与思考题	206
第九章 单片机应用系统	207
第一节 单片机应用系统分类及基本要求	207
一、单片机应用系统分类	207
二、对单片机应用系统的基本要求	208
第二节 单片机应用系统设计步骤、原则和抗干扰措施	209
一、单片机应用系统设计步骤	209
二、单片机应用系统设计原则	210
三、单片机应用系统抗干扰措施	211
第三节 应用系统常见故障与调试	212
第四节 单片机应用系统设计举例	214
一、单片机控制液体混合搅拌器	214
二、单片机在顺序控制中的应用	218
三、单片机数据采集控制系统	224
四、单片机温度控制系统	232
本章小结	239
习题与思考题	239
参考文献	240

第一章 微型计算机基础

20 世纪 70 年代出现的由大规模集成电路组成的微型计算机,不但保持了计算机的特点,而且体积小、价格低、不需要严格的环境条件,从而开拓了计算机普及的新时代。当今的计算机技术正以惊人的速度向前发展,它已经渗透到工业、农业、国防、科研及日常生活的各个领域,并显示了日益旺盛的生命力。计算机技术是发展新技术、改造老技术的强有力工具,谁掌握计算机技术,谁就拥有技术改造及新产品开发的主动权。

单片机是微型计算机家族中的一个重要分支,发展迅速,应用广泛,在工业控制、智能化仪器仪表系统等领域中日益显示着强大的生命力。在学习单片机之前,我们首先介绍一下微型计算机的基本概念、微型计算机基本组成以及微型计算机的发展与应用等。

第一节 微型计算机概述

一、基本概念

1. 微处理器

微处理器 (Microprocessor) 又称微型计算机中央处理单元 CPU (Central Processing Unit), 具有算术运算、逻辑运算和控制操作功能,它是微型计算机以至计算机系统的核心部件。在微型计算机中, CPU 常以单一芯片的形式出现。

2. 微型计算机

计算机经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路等 4 个发展阶段,大规模集成电路计算机又可分为巨型、大型、中型、小型和微型等种类。微型计算机由中央处理单元 CPU、存储器、输入/输出接口电路和系统总线等部分组成。

3. 微型计算机系统

以微型计算机为主体,再配置必要的外围设备(键盘、显示器、磁盘控制器、打印机等)和系统软件之后,就组成了一套完整的微型计算机系统。我们平时所说的个人电脑(PC机),就是最常见的微型计算机系统。

二、微型计算机的组成

微型计算机主要由 CPU、存储器、I/O 接口电路以及连接它们的系统总线 (BUS) 构成,其基本结构如图 1-1 所示。其中: AB、DB、CB 称为三总线,分别是地址总线、数据总线、控制总线。

1. CPU

它是单片机的核心，主要由运算部件和控制部件及相关的寄存器阵列等部分组成。

运算部件 ALU (arithmetic logic unit): 主要用于对二进制数进行算术运算和逻辑操作。

控制部件 (control unit): 计算机的中枢, 指挥计算机各部件按预定的步骤和一定的节拍有序地工作。

寄存器组 (register): 主要用于临时存放计算机运行过程中的数据、地址或指令代码等。

2. 存储器

用来存放数据或程序的重要部件, 数据是计算机操作的对象, 程序是计算机操作的依据。不管是数据还是程序, 在存储器中都是用二进制“1”或“0”表示的, 统称为信息。存储器分内部存储器和外部存储器两大类。

(1) 内部存储器 简称内存, 多为半导体存储器。它与 CPU 直接进行数据交换, 容量小, 但存取速度较快。

(2) 外部存储器 简称外存, 如软盘、硬盘、光盘、可移动磁盘存储器等。外存容量大, 但存取速度较慢。

根据存储器读写功能不同, 存储器又可分为只读存储器 ROM 和随机存取存储器 RAM 两大类。

(1) 只读存储器 ROM 用来存放固定的程序和数据。ROM 的内容只能读出不能写入, 掉电后其内容不丢失。

ROM 按制造工艺不同又分为以下几种:

1) 掩膜只读存储器 ROM: 这种 ROM 中的信息是在芯片制造时由厂家用“掩膜”工艺写入(固化)的, 用户在使用过程中无法改变其中的内容。

2) 可编程只读存储器 PROM: 用户可用专用设备将存储信息写入芯片中, 一旦写入即不能再更改, 且只能写一次。

3) 紫外线擦除可编程只读存储器 EPROM: 用户可多次写入信息, 用紫外线照射的方式可擦除已写入的信息, 并允许再重新写入。

4) 电擦除可编程只读存储器 EEPROM 或 E^2 PROM: 允许用户写入信息, 并可用外加电压擦除已写入的信息, 并允许再重新写入。

5) 闪速可编程/擦除只读存储器 FPEROM: 这种存储器简称闪存存储器或闪存 (Flash Memory), 信息在闪电式的一瞬间被存储, 之后即使除去电源, 存储器中信息仍可保留。闪存是电擦除可重复编程存储器, 其体积小、功耗低、不易受物理破坏, 价格

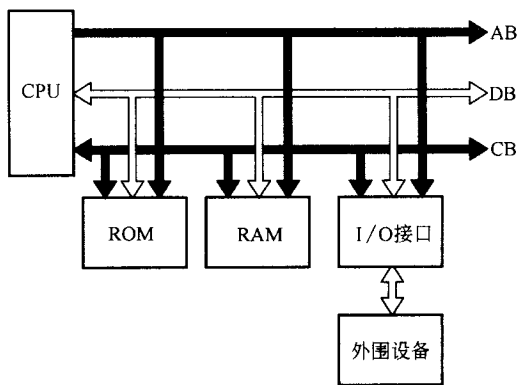


图 1-1 微型计算机基本结构框图

低,存储密度高,特别适合于移动数码产品中,如常用于计算机外设、移动电话、数码相机以及掌上电脑等。

(2) 随机存取存储器 RAM 常用来存放原始数据、中间结果、实时数据和临时性文件或数据等。RAM 在正常工作时可随时读写,但在系统断电后,其内容会消失。

目前微型计算机的内存主要用的就是 RAM。由于内存可由 CPU 直接进行存取,且一般都用快速存储器器件来构成内存,所以内存的存取速度很快。

3. I/O 接口

I/O 接口是连接 CPU 与外围设备的部件。由于外设种类不同,工作速度较 CPU 慢,电压或信息的类别、性质也不同,利用 I/O 接口在 CPU 与外设之间构建一个数据信息中转站,以解决两者之间速度、电压和信息的匹配问题。

4. 总线

总线是计算机中各个部件之间进行信息交换的公共通道,CPU 与 RAM、ROM 及 I/O 接口等部件传送信息,都是通过相应的总线进行的。根据传送信息的不同,总线分为数据总线 DB (Data Bus)、地址总线 AB (Address Bus) 和控制总线 CB (Control Bus) 3 种。

(1) 地址总线 AB CPU 用来发送地址信息的总线。所谓地址,就是存储器中存储单元的编号,存储容量越大,要寻找某个存储单元所需地址线的条数也就越多。例如存储器容量为 64KB,则需要 16 条地址线,它可以寻址 2^{16} 即 64K 个存储单元中的任何一个,地址总线的位数决定了可以直接访问的内存储器的单元数目。地址总线是单向的,即只能由 CPU 向外传送地址信息。

(2) 数据总线 DB 用来传送数据或指令代码,实现 CPU 与存储器和 I/O 设备之间的数据交换。数据总线的位数与计算机处理数据的字长一致,例如 8 位机,其数据总线就是 8 条。数据总线是双向的,即数据可以从 CPU 传出,也可以从外部送入 CPU。

(3) 控制总线 CB 用于传送各类控制信号。控制信号分两类,一类是由 CPU 发出,如读、写寄存器信号;另一类是存储器或外围设备所产生的状态信息,如中断请求和复位等。对于一条控制信号线而言,其传送方向是单向的。

三、微型机中的数制与编码

在计算机内部,数的表示采用二进制,这是因为:

1) 二进制数只有 0 和 1 两个数码,电路中的两种稳态—导通和截止、脉冲的高、低电平用它很容易表示。

2) 二进制形式的算术运算规则简单,便于电子线路的实现。

下面分别介绍几种常用数制及其如何进行相互转换。

1. 常用数制

(1) 十进制数 (Decimal)

特点: 1) 它有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个不同的数码。

2) 它的基数为 10, 逢十进一。

$$\text{一般形式: } N_{10} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 10^i$$

其中: K_i 为第 i 位的数码 (0~9), n 为整数的位数, m 为小数的位数。

十进制数的权为以 10 为底的幂, 10^i 为第 i 位数码 K_i 的权。

$$\text{例如: } 9572.308 = 9 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 0 \times 10^{-2} + 8 \times 10^{-3}$$

(2) 二进制数 (Binary)

特点: 1) 它只有 0 和 1 两个数码。

2) 它的基数为 2, 逢二进一。

$$\text{一般形式: } N_2 = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 2^i$$

其中: K_i 为 0 或 1, n 为整数的位数, m 为小数的位数。

二进制的权为以 2 为底的幂, 2^i 为第 i 位数码 K_i 的权。

$$\text{例如: } (11011.01)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (27.25)_{10}$$

(3) 八进制数 (Octave)

特点: 1) 它有 0、1、2、3、4、5、6、7 八个数码。

2) 它的基数为 8, 逢八进一。

$$\text{一般形式: } N_8 = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 8^i$$

其中: K_i 为 0~7, n 为整数的位数, m 为小数的位数。

八进制数的权为以 8 为底的幂, 8^i 为第 i 位数码 K_i 的权。

$$\text{例如: } (57642.3)_8 = 5 \times 8^4 + 7 \times 8^3 + 6 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 2 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} = (24482.375)_{10}$$

(4) 十六进制数 (Hexadecimal)

特点: 1) 它有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 十六个数码。

2) 它的基数为 16, 逢十六进一。

$$\text{一般形式: } N_{16} = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i 16^i$$

其中: K_i 为 0~F, n 为整数的位数, m 为小数的位数。

十六进制数的权为以 16 为底的幂, 16^i 为第 i 位数码 K_i 的权。

$$\begin{aligned} \text{例如: } (C70F.B1)_{16} &= C \times 16^3 + 7 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + F \times 16^0 + B \times 16^{-1} + 1 \times 16^{-2} \\ &= (50959.69140625)_{10} \end{aligned}$$

常用数制对照表见表 1-1。

表 1-1 十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数对照表 (部分整数)

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

2. 数制间的相互转换

(1) 二进制数与十进制数间的相互转换

1) 二进制数→十进制数

方法：“按权相加”法：将二进制数各位的权乘以各位的数码再相加即得其十进制数。

例如： $10011.1101\text{B} = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = 19.8125\text{D}$

2) 十进制数→二进制数

① 十进制整数→二进制数

方法：“除 2 取余”法：用 2 连续去除要转换的十进制数，直到商为 0 止。将各次所得余数以最后所得余数为最高位，最先所得余数为最低位顺序排列，即为该十进制数的二进制代码。

例如：将十进制数 146 转换成二进制数。

其转换过程如下：

2	146		
2	73	……余数 = 0	(最低数位)  (最高数位)
2	36	……余数 = 1	
2	18	……余数 = 0	
2	9	……余数 = 0	
2	4	……余数 = 1	
2	2	……余数 = 0	
2	1	……余数 = 0	
	0	……余数 = 1	

所以 $146D = 10010010B$

②十进制纯小数→二进制数

方法：“乘2取整”法：用2连续去乘要转换的十进制纯小数，直到满足精度要求或小数部分为0止。将各次所得乘积的整数，以最先所得整数为最高位，最后所得整数为最低位顺序排列，即为该十进制纯小数的二进制代码。

例如：将十进制纯小数0.146转换成二进制数，要求有效位数为6位。

其转换过程如下：

	0.146		
×	2		
	0.292	…… 整数 = 0	(最高数位)  (最低数位)
	0.292		
×	2		
	0.584	…… 整数 = 0	
	0.584		
×	2		
	1.168	…… 整数 = 1	
	0.168		
×	2		
	0.336	…… 整数 = 0	
	0.336		
×	2		
	0.672	…… 整数 = 0	
	0.672		
×	2		
	1.344	…… 整数 = 1	

所以 $0.146D = 0.001001B$

(2) 十六进制数与十进制数间的相互转换

1) 十六进制数→十进制数

方法：“按权相加”法：将十六进制数各位的权乘以各位的数码再相加，即得其十进制数。

$$\begin{aligned} \text{例如：} 1A0F.1BH &= 1 \times 16^3 + A \times 16^2 + 0 \times 16^1 + F \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + B \times 16^{-2} \\ &= 6671.10546875D \end{aligned}$$

2) 十进制数→十六进制数

①十进制整数→十六进制数

方法：“除 16 取余”法：用 16 连续去除要转换的十进制数，直到商为 0 止。将各次所得余数，以最后所得余数为最高位，最先所得余数为最低位顺序排列，即为该十进制数的十六进制代码。

例如：将十进制数 1460 转换成十六进制数。其转换过程如下：

16	1460		
16	91	……	余数 = 4 (最低数位)
16	5	……	余数 = 11
	0	……	余数 = 5 (最高数位)

↑

所以 $1460D = 5B4H$

②十进制纯小数→十六进制数

方法：“乘 16 取整”法：用 16 连续去乘欲转换的十进制纯小数，直到满足精度要求或小数部分为 0 止。将各次所得乘积的整数，以最先所得整数为最高位，最后所得整数为最低位顺序排列，即为该十进制纯小数的十六进制代码。

例如：将十进制纯小数 0.146 转换成十六进制数，要求有效位数为 4 位。其转换过程如下：

	0.146	
×	16	
	2.336	… 整数 = 2 (最高数位)
	0.336	
×	16	
	5.376	… 整数 = 5
	0.376	
×	16	
	6.016	… 整数 = 6
	0.016	
×	16	
	0.256	整数 = 0 (最低数位)