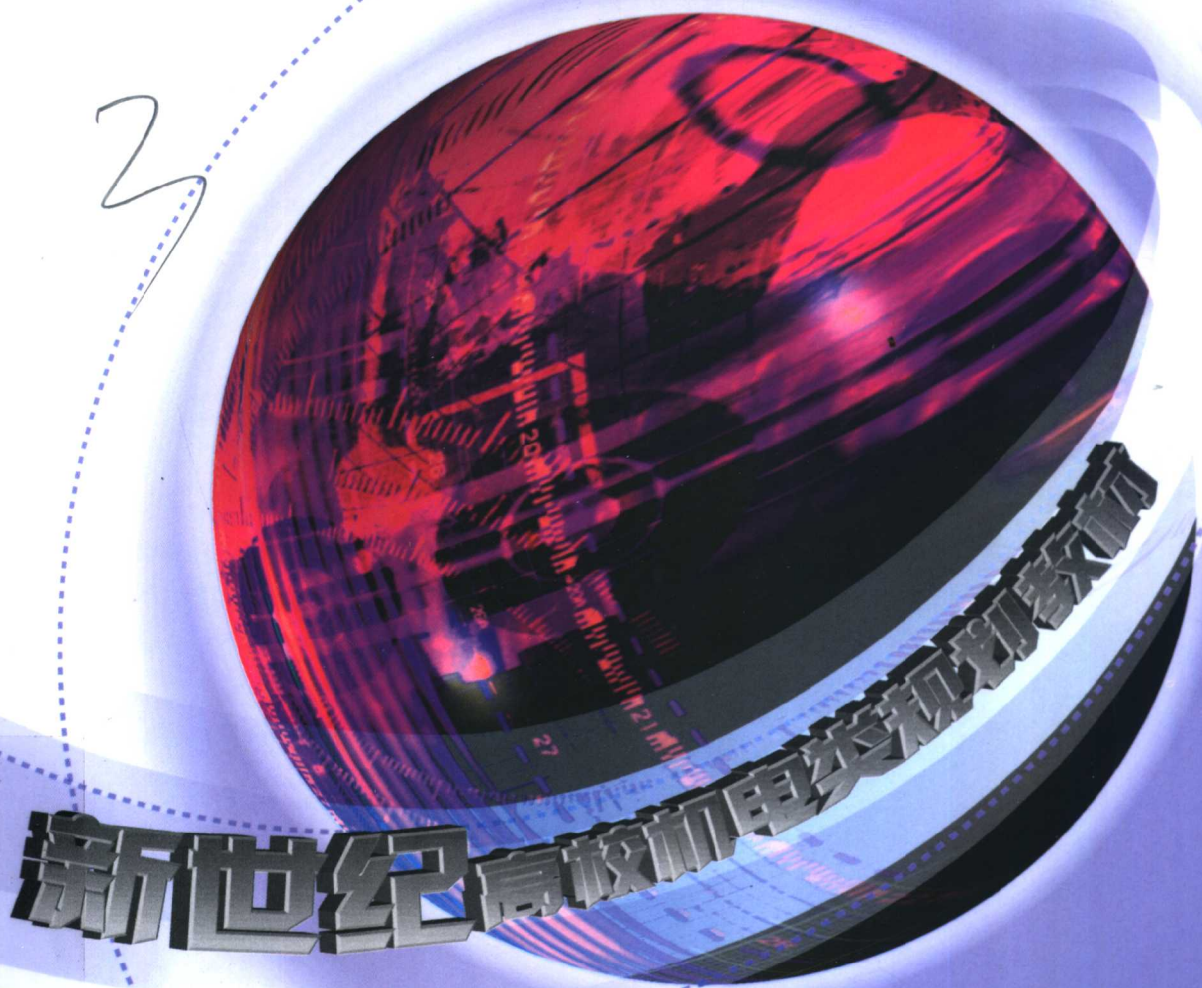


新世纪 高校机电类规划教材



单片机原理与应用 学习概要及题解

主编 霍孟友 王爱群



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



新世纪高校机电类规划教材

单片机原理与应用 学习概要及题解

主 编 霍孟友 王爱群
副主编 袭著燕 李建美
参 编 李学勇
主 审 路长厚



机械工业出版社

本书以新世纪高校机电类规划教材《单片机原理与应用》为基础,对 MCS—51 系列单片机学习要点、难点进行了概括,解答了原教材中的习题,同时收集了近年来一些理工科高校考研试题以及有关单片机教材中的习题,以基本概念填空、单项选择、程序分析、综合应用设计等习题形式做了系统解答,基本涵盖了 MCS—51 系列单片机学习的基本知识与要点问题。本书共分为 10 章,内容包括计算机原理概述、单片机结构原理、指令系统和汇编语言程序设计、存储器扩展技术、中断系统、定时器/计数器原理及应用、串行接口及应用、并行接口扩展及应用、A/D 与 D/A 转换器接口技术、综合应用等部分。

本书可作为高等学校机电类专业微机原理课程学习的辅助教材,也可作为工程技术人员加深理解单片机应用技术的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用学习概要及题解/霍孟友,王爱群主编. —北京:机械工业出版社,2005.3

新世纪高校机电类规划教材

ISBN 7-111-16092-4

I. 单... II. ①霍...②王... 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 007610 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:刘小慧 版式设计:张世琴 责任校对:张媛

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 8.75 印张 · 214 千字

定价:15.00 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

前 言

由于单片机小巧、控制功能强、应用灵活、价格低廉,非常适合于机、电、仪一体化产品,在工业控制、机电一体化产品、家用电器、智能仪表等诸多领域显现出了较为广阔的应用前景。为此,许多理工科高校的“微机原理及应用”课程以单片机作为学习对象,对微机原理结构、接口方法以及应用技术进行系统性的学习。

尽管各有关单片机原理教材的编者注重了教材内容循序渐进、内容突出等编写技术问题,使学生在在学习过程中尽快地进入角色、掌握学习内容,但是,同学们还是普遍反映单片机原理学习抽象、理解较为困难,尤其是习题无从下手,习题解答不全面,甚至有的学生直到课程学习结束才有系统性的认识,大大地影响了学习效果。目前,大多数学习单片机的同学希望有一本能够检验他们阶段性学习效果的辅导教材,比如有关题解的教材,通过这种教材而不是内容大体相似的微机原理教材的辅助对他们理解单片机学习要点的程度进行直接检验。

本书是以新世纪高校机电类规划教材《单片机原理与应用》为基础,主要围绕目前同学们学习单片机原理知识所遇到的问题而编写的。为了使内容更为紧凑,对原教材的章节进行了部分调整。全书内容基本分为学习要求与内容概要以及习题解答两大部分。学习要求与内容概要部分把每一章学习要求,内容要点、难点进行了概述,通过这部分内容的学习可以使提纲挈领地掌握每一章的学习内容、要点;习题解答部分分为两个方面,一是对原教材中大部分(有一定难度)的习题进行了解答,二是增选了有关单片机学习教材的习题以及近年来一些理工科高校考研试题,以基本概念填空、单项选择、程序分析、综合应用设计等习题形式做了系统解答。在习题选择方面力求涵盖面广,特别注重应用实例的解答。通过本书的进一步学习辅导,希望学生扎实地掌握微机原理知识和工程应用的基本方法,为解决实际问题打下良好的基础。

参加本书编写的编者具有较为丰富的教学 and 实践经验,编写人员主要为山东大学的霍孟友、王爱群、裴著燕、李建美和李学勇,由霍孟友、王爱群任主编,霍孟友负责统稿,山东大学路长厚教授负责主审。

在本书编写过程中,我们参考并引用了国内部分优秀教材的有关资料,在此谨向他们深表谢意。

限于编者的水平,书中错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 概述	1	第一节 学习要求与内容概要	69
第一节 学习要求与内容概要	1	第二节 原教材习题及解答	71
第二节 原教材习题及解答	3	第三节 增选习题及解答	74
第三节 增选习题及解答	4		
第二章 MCS—51 单片机的结构与原理	7	第七章 MCS—51 单片机串行口及应用	80
第一节 学习要求与内容概要	7	第一节 学习要求与内容概要	80
第二节 原教材习题及解答	11	第二节 原教材习题及解答	81
第三节 增选习题及解答	14	第三节 增选习题及解答	85
第三章 MCS—51 单片机指令系统与程序设计	22	第八章 MCS—51 单片机并行口扩展及应用	93
第一节 学习要求与内容概要	22	第一节 学习要求与内容概要	93
第二节 原教材习题及解答	25	第二节 原教材习题及解答	97
第三节 增选习题及解答	34	第三节 增选习题及解答	104
第四章 MCS—51 单片机存储器扩展	47	第九章 单片机与 A/D、D/A 转换器的接口	112
第一节 学习要求与内容概要	47	第一节 学习要求与内容概要	112
第二节 原教材习题及解答	52	第二节 原教材习题及解答	115
第三节 增选习题及解答	55	第三节 增选习题及解答	116
第五章 中断与中断系统	59	第十章 MCS—51 单片机应用系统设计方法与举例	119
第一节 学习要求与内容概要	59	第一节 学习要求与内容概要	119
第二节 原教材习题及解答	61	第二节 原教材习题及解答	120
第三节 增选习题及解答	63	第三节 增选习题及解答	125
第六章 定时器/计数器	69	参考文献	135

第一章 概 述

第一节 学习要求与内容概要

一、学习要求

(1) 了解计算机的基本结构以及工作原理；了解单片机的基本概念及其与一般计算机的区别；了解目前常用的单片机系列及其应用领域。

(2) 了解数制的基本知识并完成不同数制之间的转换；理解计算机中带符号数的原码、反码以及补码的表示方法及其求法；理解 BCD 码以及 ASCII 码的意义及其表示方法。

(3) 了解基本门电路的原理及其表示方法，理解组合逻辑电路和时序逻辑电路的区别；理解三态门驱动电路的基本原理，了解一些常用的三态门电路；理解 D 触发器的基本原理，了解由其组成的一些基本的控制器件。

二、一般计算机原理与结构学习内容概要

一个完整的计算机系统由计算机软件和计算机硬件两大部分组成。软件主要包括系统软件和应用软件。硬件主要包括运算器、存储器、控制器和输入/输出设备。

三、单片机基本概念学习概要

单片机是在一块芯片上集成了中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、程序存储器（ROM）、中断系统、定时器/计数器以及 I/O 接口等的微型计算机。国际上通常称其为微控制器 MCU，又称为嵌入式微控制器 EMCU。

MCS—51 单片机是 8 位单片机的主流机型，分为三个基本产品：8051、8751 和 8031。其他 8 位单片机主要有 ATMEL 公司的 AT89 系列 Flash 单片机；Microchip 公司的 PIC 单片机以及 TI 公司的 MSP430 单片机等。

单片机的应用领域为日常的电器产品、工业控制、网络以及通信。

四、数制学习内容概要

1. 进位计数制

一个数的数值可以用不同的进制来表示。十进制（Decimal）用到的数码为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，运算规则：逢十进一，借一当十；二进制（Binary）用到的数码为 0、1，其运算规则：逢二进一，借一当二；十六进制（Hexadecimal）用到的数码为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F，运算规则：逢十六进一，借一当十六。

2. 不同数制之间的转换

十六进制数转换为二进制数，只要把每一位十六进制数用对应的四位二进制数代替就可以。对于带小数点数的转换，小数点后面的每位十六进制数同样对应转换为 4 位二进制数，最末尾的零可以省略。

二进制数转换为十六进制数, 二进制数的整数部分由小数点向左, 每 4 位二进制数对应一位十六进制数, 最高位不足的部分左面补零; 小数部分由小数点向右, 每 4 位二进制数对应一位十六进制数, 最后面不足部分右面补零, 就转换成了十六进制数。

二进制数或十六进制数转换成十进制数, 按照科学计数法把二进制数、十六进制数展开就得到了十进制数。

十进制数转换为二进制数或十六进制数时, 要把整数部分和小数部分分别换算, 然后再将转换结果加在一起。

(1) 整数部分转换 整数部分连续被基数 2 或 16 所除, 依次记下余数, 直到商为 0 为止; 第一个余数是转换二进制数的最低位 K_0 , 最后一个余数是最高位 K_n 。

(2) 小数部分的转换 十进制小数连续乘以基数 2 或 16, 依次记下积的整数部分, 直到积为 0 为止。第一个整数是二或十六进制小数的最高位 K_{-1} , 最后一个整数是最低位 K_{-m} 。

有些十进制数不能精确地转换成十六进制数。

3. 计算机中数的表示方法

一个带符号数在计算机中可以分别用原码、反码或补码三种方法表示。

原码是符号位用 0 表示正数、用 1 表示负数, 而数值位表示数的绝对值。

正数的原码与原数值大小相同, 负数的原码最高位为符号位, 其余为数字位。正数的反码与正数的原码相同, 而负数的反码是由其数值位按位求反得到的。

正数的补码与正数的原码相同, 负数的补码是由它的反码加 1 以后得到的。

4. BCD 码

如果用 4 位二进制编码来表示一位十进制数, 就形成了二进制编码的十进制数, 简称二-十进制数, 又称 BCD 码。要将十进制数和 BCD 码进行转换, 只要把 0~9 与对应的 0000B~1001B 互换就行了。

压缩 BCD 码是指用一个字节的 8 位二进制数表示两个 BCD 码; 非压缩 BCD 码指用一个字节的低 4 位二进制数表示 1 个 BCD 码, 而高 4 位没有意义。

5. ASCII 码

ASCII 码是美国标准信息交换代码 (American Standard Code for Information Interchange) 的缩写。ASCII 码用 7 位二进制数表示, 包括英文 26 个大写字母、26 个小写字母、0~9 十个数字, 还有一些专用符号如 “:”、“!”、“%” 及控制符号, 如换行、换页、回车等共 128 个字符。

五、数字电路基础学习内容概要

数字电路是由电阻、电容、二极管、晶体管等基本电路元件进行不同组合构成的逻辑电路。按照电路的基本组成为 TTL 门电路、CMOS 电路等多种类型; 按集成度又可以分为: 小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路等; 按照有没有记忆能力, 数字逻辑电路分为: 组合逻辑电路和时序逻辑电路两大类。

1. 基本门电路

基本门电路属于组合逻辑电路。基本门电路有与门电路、或门电路、非门电路以及异或门电路等。

2. 三态门驱动电路

将输出含有“1”(H)、“0”(L)、高阻态(Z)三态的集成电路(IC)称为三态集成电路。高阻态是指电路的输出管脚(输出端)与芯片内部电路呈高电阻绝缘状态。

3. 触发器

触发器是计算机存储装置的基本单元,是时序电路中最具代表性的一种电路。常见的触发器有三种基本类型:RS触发器、D触发器以及JK触发器。触发器都具有两个状态相反的输出端Q和 $\bar{Q}$ 。

第二节 原教材^①习题及解答

1-1 计算机的基本结构由哪几部分组成,其中各部分的作用是什么?

答: 一个完整的计算机系统由计算机硬件和计算机软件两大部分组成。

硬件各个部分及其作用:运算器——用来完成计算机的运算;存储器——用于记忆原始题目、原始数据和中间结果,以及存放使机器能自动进行运算而编制的各种命令;控制器——由它根据事先给定的命令发出各种控制信息,使整个计算过程一步步地进行;输入设备——用于输入原始数据和命令;输出设备——用于输出计算结果。

软件主要包括系统软件和应用软件。系统软件是为了方便用户和充分发挥计算机效能,向用户提供的一系列软件,包括监控程序、操作系统、汇编系统、解释程序、编译程序、诊断程序以及程序库等;应用软件是专门为解决某个应用领域里的具体任务,如进行生产过程控制或数据处理问题而编制的程序。

1-2 单片机与微型计算机的区别与相似之处有哪些?

答: 单片机就是在一片芯片上集成了中央处理器(CPU)、随机存储器(RAM)、程序存储器(ROM)、中断系统、定时器/计数器,以及I/O口等的微型计算机;单片机是计算机发展的一个分支,它具有一般微型计算机所具有的各种硬件结构,而且也必须是在软件的支持下才能工作,所以无论从功能还是结构上说,单片机都是一种简单的计算机。它与一般计算机的区别就在于它的高度集成性,这也就决定了它的体积小、功耗低、功能强、性能价格比高等优点,所以它广泛地应用于控制领域。

1-3 通用型单片机与专用型单片机有何区别?专用型单片机完成的功能,通用型单片机能否完成?

答: 通用型单片机,其内部资源比较丰富,性能全面,适应性强,能满足各种不同的应用要求。专用型单片机是针对一种产品或一种控制应用而专门设计的,设计时已经对系统结构、软硬件资源、可靠性和成本等进行了优化处理,在使用时不需要进行进一步的设计就可以完成控制功能。

通用型单片机一般都可以完成专用型单片机完成的功能,只不过系统结构、开发成本等都不如专用型单片机理想。

1-4 单片机又叫“嵌入式微控制器”,为什么?

答: 通用计算机体积相对较大且成本较高,无法嵌入到大多数对象中去,而单片机体积

^① 原教材指霍孟友主编的由机械工业出版社出版的《单片机原理与应用》(ISBN 7-111-13274-2/TP·2979 (课)。后同。

较小、成本较低,从而满足工控对象的嵌入式应用要求,现在它已经广泛应用于自动化装置、智能化仪器仪表、过程控制和家用电器等嵌入式系统,所以单片机又叫“嵌入式微控制器”。

1-5 MCS—51 系列单片机片内程序存储器有“掩膜 ROM 型”和“EPROM 型”,二者有何不同之处?

答:掩膜 ROM 型,采用一道掩膜工艺过程决定其中的信息,一旦出厂,信息就不可以改变了,所以又称为不可改写的 ROM;对于 EPROM 型,用户可以根据需要擦除其中的内容,然后再用编程器写入新的信息,所以又称为可擦除的 ROM。

第三节 增选习题及解答

一、填空题

1. 请写出与下列英文所对应的计算机部件中文名称: ALU _____; Trigger _____; Register _____; Memory _____; ROM _____; RAM _____; Counter _____; Accumulator _____。

2. 设 $(AL) = 45H$,若是无符号数,它代表_____,若是带符号数,它代表_____,若是 BCD 数,它代表_____,若是 ASCII 码,它代表_____。

3. 16 位无符号定点整数的数值表示范围是_____; 16 位整数(含一位符号位)的补码表示范围是_____; 8 位无符号整数的数值表示范围是_____; 8 位整数(含一位符号位)的补码表示范围是_____。

4. 异或门的运算规则是相异为_____,相同为_____。

5. 具有两个稳定状态并能接收、保持和输送信号的电路叫_____。

6. TTL、CMOS 与非门、与门的多余的输入端的处理方法是_____。

7. TTL、CMOS 或非门、或门的多余的输入端的处理方法是_____。

填空题参考答案:

1. 算术逻辑运算单元、触发器、寄存器、存储器、只读存储器、随机存储器、计数器、累加器 2. 69D、+69D、45D、‘E’ 3. 0 ~ 65535、-32768 ~ +32767、0 ~ 255、-128 ~ +127

4. 1、0 5. 触发器 6. 接高电平 7. 接地

二、选择题

1. 完整的计算机系统包括()。

- A. 硬件系统和软件系统 B. 主机和外部设备
C. 主机和应用程序 D. 运算器、存储器和控制器

2. 在计算机中,表示地址通常使用()。

- A. 无符号数 B. 原码 C. 反码 D. 补码

3. 若某机器数为 10000000B,它代表 0,则它是()码形式,它代表 -128,则它是()形式。

- A. 补码 B. 原码 C. 反码 D. 原码或反码

4. 8 位二进制补码表示的整数数据范围为 ()。

A. $-128 \sim 127$ B. $-127 \sim 127$ C. $-128 \sim 128$ D. $-127 \sim 128$

5. 用 8 位二进制数表示“-0”的补码为 ()。

A. 10000000 B. 11111111 C. 00000000 D. 00000001

6. $[x1]_{\text{原}} = 10111101\text{B}$, $[x2]_{\text{反}} = 10111101\text{B}$, $[x3]_{\text{补}} = 10111101\text{B}$ 三个数中 ()。

A. $x1$ 最小 B. $x2$ 最小 C. $x3$ 最小 D. $x2 = x1 = x3$

7. “与非门”中的某一个输入值为“0”，那么它的输出值为 ()。

A. 为“0”

B. 为“1”

C. 要取决于其他输入端的值

D. 取决于正逻辑还是负逻辑

8. 若门电路的两个输入量为“1”、“1”，输出量为“0”，不可能完成此功能的是 ()。

A. “异或”门

B. “与非”门

C. “或非”门

D. “与”门

9. 下列不正确的逻辑表达式是 ()。

A. $A + \bar{A}B = A + B$

B. $AB = \overline{\bar{A} + \bar{B}}$

C. $A(A + B) = A$

D. $(A + B)(A + \bar{B}) = A$

选择题参考答案：

1.A 2.A 3.B、A 4.A 5.C 6.C 7.B 8.D 9.B

三、简答题

1. 简述一下今后单片机的发展方向。

答：目前的单片机已经超过 500 多个品种，在各个方面都有了很大的发展。目前单片机正向着大容量、高性能，以及小容量、低价格，外围电路内装化的方向发展，而且应用领域也正在不断扩大。

2. 什么叫溢出？两个补码进行加法或减法运算时，什么情况下会产生溢出？举例说明。

答：两个带符号数进行运算，运算结果超出了数据的表示范围，则为溢出。两个同号数相加，当结果的符号位与参加运算的数的符号不同时，则为溢出；两个异号数相减，当结果的符号位与被减数的符号位不同时，则为溢出。

3. 三态输出电路有什么意义？

答：三态输出电路的意义在于能使电路和总线脱离，使总线具有公共通道的作用。

四、计算题

1. 将下列二进制数转换成十进制数：(1) 101101.10B (2) 111.111B

解：把二进制数位中数值是 1 的那些位的权值相加，其和就是等效的十进制数，由转换规则得：

(1) $101101.11\text{B} = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 41.75\text{D}$

(2) $111.111\text{B} = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 7.875\text{D}$

2. 已知 x 及 y ，试分别计算 $[x+y]_{\text{补}}$ 、 $[x-y]_{\text{补}}$ ，并指出是否产生溢出（设补码均用 8 位表示）。

(1) $x = +1001110$, $y = +0010110$

解: $[x]_{\text{补}} = 01001110$, $[y]_{\text{补}} = 00010110$

$[-y]_{\text{补}} = [-0010110]_{\text{补}} = [10010110]_{\text{反}} + 1 = 11101001 + 1 = 11101010$

$[x+y]_{\text{补}} = [x]_{\text{补}} + [y]_{\text{补}} = 01001110 + 00010110 = 01100100\text{B}$ (无溢出,结果正确)

$[x-y]_{\text{补}} = [x]_{\text{补}} + [-y]_{\text{补}} = 01001110 + 11101010 = 100111000\text{B} = 00111000\text{B}$ (溢出,自动丢,结果正确)

(2) $x = +0101101$, $y = -1100100$

解: $[x]_{\text{补}} = 00101101$, $[y]_{\text{补}} = [-1100100]_{\text{补}} = [11100100]_{\text{反}} + 1 = 10011011 + 1 = 10011100$

$[-y]_{\text{补}} = [(+1100100)]_{\text{补}} = 01100100$

$[x+y]_{\text{补}} = [x]_{\text{补}} + [y]_{\text{补}} = 00101101 + 10011100 = 11001001\text{B}$ (无溢出,结果正确)

$[x-y]_{\text{补}} = [x]_{\text{补}} + [-y]_{\text{补}} = 00101101 + 01100100 = 10010001\text{B}$

(两个正数相加,结果为负,溢出,结果错)

3. 一个16位二进制整数,若采用补码表示,由5个“1”和11个“0”组成,则十进制表示的最小值是多少?最大值是多少?

解: 根据补码的定义,最小数应为 $[x]_{\text{补}} = 1000000000001111$,它是一个负数,十进制大小为: $x = [1000000000001111]_{\text{反}} + 1 = 1111111111110001 = -32753$,最大数变为 $[x]_{\text{补}} = 0111110000000000$,它是一个正数,十进制大小为 $x = +31744$ 。

4. 完成下列BCD码运算 $58 + 39$, $58 - 39$ 。

解: 进行BCD码加法:

(1) 将十进制数用BCD码表示: $58\text{D} = 0101\ 1000\text{BCD}$ $39\text{D} = 0011\ 1001\text{BCD}$ 。

(2) 进行BCD码加法: $0101\ 1000\text{BCD} + 0011\ 1001\text{BCD} = 1001\ 0001\text{BCD}$ 。

(3) 调整: 运算后低4位 = 0001, $\text{AF} = 1$, 低4位加6; 运算后高4位 = 1001, $\text{CF} = 0$, 高4位加0。于是: $1001\ 0001\text{BCD} + 0000\ 0110\text{BCD} = 1001\ 0111\text{BCD}$ 。所以 $58 + 39 = 97$ 。

进行BCD码减法:

(1) 将十进制数用BCD码表示: $58\text{D} = 0101\ 1000\text{BCD}$ $39\text{D} = 0011\ 1001\text{BCD}$ 。

(2) 进行BCD码减法: $0101\ 1000\text{BCD} - 0011\ 1001\text{BCD} = 0001\ 1111\text{BCD}$ 。

(3) 调整: 运算后低4位 = 1111, $\text{AF} = 1$, 低4位减6; 运算后高4位 = 0001, $\text{CF} = 0$, 高4位减0。于是 $0001\ 1111\text{BCD} - 0000\ 0110\text{BCD} = 0001\ 1001\text{BCD}$ 。所以 $58 - 39 = 19$ 。

第二章 MCS—51 单片机的结构与原理

第一节 学习要求与内容概要

一、学习要求

(1) 熟悉 MCS—51 系列单片机的内部结构和原理。

(2) 重点掌握：1) MCS—51 系列单片机的组成与结构。2) 单片机引脚及其功能。3) 存储器配置及其特点，21 个特殊功能寄存器的功能。4) 振荡器和时钟电路、复位电路及其功能。

(3) 了解内容：1) CPU 时序。2) 并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的内部结构。3) 单片机基本工作系统组成。

二、MCS—51 系列单片机组成与结构学习内容概要

MCS—51 系列单片机主要由 1 个 8 位微处理器 (CPU)、片内数据存储器 (RAM)、片内程序存储器 (ROM 或 EPROM)、4 个 8 位并行 I/O 接口 P0 ~ P3、2 个定时器/计数器、5 个中断源的中断管理控制系统、1 个全双工串行 I/O 接口 UART 及片内振荡器与时钟产生电路等的基本部分组成。MCS—51 系列单片机芯片及制造工艺如表 2-1。

表 2-1 MCS—51 系列单片机芯片及制造工艺

ROM 型	无 ROM 型	EPROM 型	片内 ROM	片内 RAM	16 位定时器	制造工艺
8051	8031	8751	4KB	128B	2	HMOS
8051AH	8031AH	8751H	4KB	128B	2	HMOS
8052AH	8032AH	8752BH	8KB	256B	3	HMOS
80C51BH	80C31BH	87C51	4KB	128B	2	CHMOS

1. CPU

CPU 主要由运算器与控制器两部分组成，其中运算器包括：算术与逻辑运算单元 ALU、累加器 ACC、寄存器 B、状态寄存器 PSW 以及暂存器 TMP1 和 TMP2 等；而控制器包括：程序计数器 PC、指令计数器 IR、指令译码器 ID、振荡器及定时器等。

注意：用户不能直接对程序计数器 PC 和两个暂存器赋值。

2. 存储器

(1) 程序存储器，用于存放程序和常数表格。

(2) 数据存储器，用于存放运算数据和结果等。

3. 接口

8051 有 4 个 8 位并行口，即 P0 ~ P3，每个端口各有 8 条 I/O 线，它们都是双向端口。

三、单片机引脚及其功能学习内容概要

MCS—51 系列芯片通常有两种封装：即双列直插式封装和方形封装。本节重点掌握双列直插式封装形式，共 40 条引脚。大致分为电源（ V_{cc} 和 V_{ss} ），时钟（XTAL1 和 XTAL2），4 个输入/输出口 P0、P1、P2 和 P3（每一口各 8 条，共 32 条），控制信号线（RST，ALE， $\overline{PSEN}$ 和 $\overline{EA}$ ）。各引脚主要功能如下：

(1) XTAL1 和 XTAL2 单片机外接时钟信号的两个输入端。

(2) P0、P1、P2 和 P3 4 个并行口，均可以作为一般输入/输出口使用，其中在扩展系统中 P0 又可作为地址/数据线，P0 和 P2 构成 16 位地址总线（P0 为低 8 位地址，P2 为高 8 位地址），P3 还可作为第二功能用。

(3) RST 复位/备用电源线，主要功能是当从此引脚输入大于两个机器周期的高电平信号，就可以使 8051 处于复位（初始）状态，产生此信号的复位电路有两种：上电复位和手动按键复位。

(4) ALE/ $\overline{PROG}$ 地址锁存允许信号端。CPU 访问片外扩展存储器时，P0 口的低 8 位地址由 ALE 输出信号锁存到外部的地址寄存器。在无外部扩展存储器时，ALE 引脚以 1/6 振荡频率的固定速率输出脉冲信号，因而可用作外部时钟或定时。

(5) $\overline{PSEN}$ 程序存储器允许输出信号端。在主机访问片外程序存储器时，将程序计数器 PC 的 16 位地址输出到 P0 和 P2 口外部的地址寄存器后，该引脚输出负脉冲选通外部程序存储器。

(6) $\overline{EA}$ / V_{PP} 外部程序存储器地址允许输入端/固化编程电压输入端。 $\overline{EA}$ 引脚电平的高低决定了系统复位后 CPU 是从片内程序存储器还是从片外扩展存储器的 0000H 字节单元开始取指令执行。

四、单片机存储器配置学习内容概要

8051 存储器空间分布如图 2-1 所示。

1. 程序存储器空间

程序存储器空间用于存放程序和常数表格。

8031 内部没有 ROM 存储器，8051 和 8751 内部有 4KB ROM 存储器，地址范围为 0000H ~ 0FFFH。三者都可以外接外部 ROM，但片内和片外之和不能超过 64KB，因为程序计数器 PC 为 16 位，只能寻址 64KB 的地址空间。片内外程序存储器空间的应用由 $\overline{EA}$ 引脚来控制。对于 ROM（EPROM）的低位地址空间 0000H ~ 002AH，这些单元为预留单元，用于上电复位后引导程序地址及 5 个中断服务程序的入口地址。在实际应用系统中，主程序的存放一般是从 0030H 单元开始的。

2. 数据存储器空间

数据存储器空间用于原始数据及运算结果的存放。

8051 可以外扩最大为 64KB 的数据存储器空间，片外 RAM 与片外 I/O 设备统一编址，都利用 MOVX 指令进行存、取数操作。

8051 片内具有 128 个字节单元数据存储器和 21 个字节的特殊功能寄存器，地址范围为 00H ~ 0FFH，分为低 128B（00H ~ 7FH）数据存储区和高 128B（80H ~ 0FFH）的特殊功能寄存器（SFR）区，通过 MOV 指令访问。低 128B 的结构为：00H ~ 1FH 为 4 组（R0 ~ R7）32

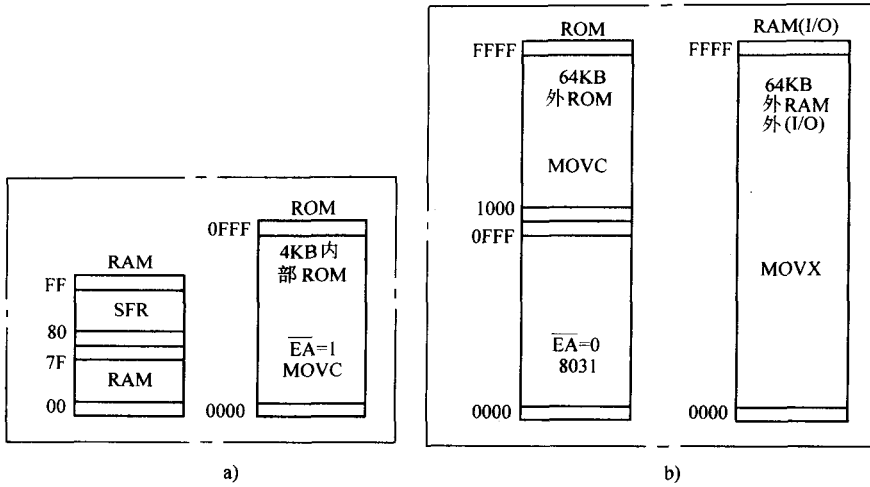


图 2-1 8051 存储器配置图

a) 片内存储器 b) 片外扩展存储器

个工作寄存器，20H~2FH 为 16B 的位寻址区（128 位），30H~7FH 为数据缓冲区，其中一部分区域可作为栈区来使用。

需要说明的几点：

(1) 对于工作寄存器 R0~R7，其各自所对应的字节地址根据所属当前工作寄存器组而定。

(2) 位寻址区 20H~2FH 的位地址为 00H~7FH，可以通过不同的寻址方式和指令来区分某一地址是字节地址还是位地址，例如，对于下面两条指令：

MOV A, 20H ; 字节地址 20H 单元的内容送入累加器 A

MOV C, 20H ; 位地址 20H 单元的内容送入位累加器 C

(3) 一般数据存储区的一部分单元可以按照“后进先出”或“先进后出”规则来存放数据，即栈区，其数据的存取是通过栈指针 SP 来管理的。堆栈操作有压栈（PUSH）和出栈（POP）两种方式。栈顶指针 SP 复位状态为 07H，这样第一个进入栈区的数据地址应为 08H，而 08H 常用作工作寄存器区，因而开辟栈区时，常把 SP 的值进行修改，使栈区位于 30H~7FH 中。

高 128B 为特殊功能寄存器区（SFR），并不是所有的 128 个单元都有定义，只有 21 个单元有定义，离散分布在高 128B 内。

程序计数器 PC 不属于 21 个特殊功能寄存器，PC 不可寻址，即用户不能直接对其赋值。

五、振荡器与时钟电路及 CPU 时序学习内容概要

8051 内部有一个高增益反向放大器，用于构成振荡器，引脚 XTAL1 和 XTAL2 分别是此放大器的输入端和输出端，在 XTAL1 和 XTAL2 两端跨接晶体或陶瓷谐振器，就构成了稳定的自激振荡器，其发出的脉冲直接送入内部时钟电路。8051 也可使用外部振荡脉冲，外部时钟信号由 XTAL2 直接送至内部时钟电路。

1. CPU 时序的有关概念

(1) 振荡周期: 由单片机片内振荡电路产生, 常定义为时钟脉冲频率的倒数, 是时序中最小的时间单位。

(2) 时钟周期: 又称为状态周期 (S), 为振荡周期的 2 倍。

(3) 机器周期: MCS—51 系列单片机的 1 个机器周期由 6 个 S 状态周期组成, 分为 S1P1 (状态 1 拍 1), S1P2、S2P1、S2P2、S3P1、S3P2、S4P1、S4P2、S5P1、S5P2、S6P1 和 S6P2 共 12 个状态拍。

(4) 指令周期: 执行一条指令所需要的时间, 一般由若干个机器周期组成。MCS—51 系列单片机有单机器周期指令、双机器周期指令、四机器周期指令三种。

2. 时序

(1) 取指令/执行指令时序。单片机执行每一条指令分为取指令和执行指令两个阶段。单片机把程序计数器 PC 中的地址送到程序存储器, 从中取出需要执行指令的操作码和操作数。指令执行是对指令操作码进行译码, 以产生一系列控制信号完成指令的执行。

ALE 引脚上出现的信号是周期性的, 每个机器周期内出现两次高电平, 出现时刻为 S1P2 和 S4P2, 持续时间为一个状态 S, ALE 信号每出现一次, CPU 就进行一次取指操作, 根据不同指令的字节数和机器周期数, 取指令操作有所差异。

(2) 访问片外 ROM/RAM 的指令时序。8051 有两类可以访问片外存储器的指令, 一类是读片外 ROM 指令, 另一类是访问片外 RAM 指令。这两类指令执行时所产生的时序除与 ALE 引脚有关, 还与 P0、P2、 $\overline{\text{PSEN}}$ 和 $\overline{\text{RD}}$ 有关。

六、并行输入/输出端口 P0 ~ P3 学习内容概要

1. 并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的功能

每个端口都是 8 位准双向口, 共占 32 只引脚。每一条 I/O 线都能独立地用做输入或输出线。单片机系统具有片外扩展存储器时, P2 口传送高 8 位地址, P0 作为数据线与低 8 位地址线分时复用。P3 口还具有第二功能。

2. 并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的结构

四个并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的结构是基本相同的, 但又有所差别。

相同点: 每个端口都包括一个锁存器 (即特殊功能寄存器 P0 ~ P3)、一个输出驱动器和输入缓冲器。

不同点:

(1) P0 既可作 I/O 端口使用, 也可作地址/数据总线使用。当把它作通用口输出时, 输出级是开漏电路, 只有外接上拉电阻, 才有高电平输出; 把它作地址/数据总线时, 无需外接电阻, 此时不能再作 I/O 口使用。

(2) P1 ~ P3 口输出级接有内部上拉负载电阻, 所以不必再外接上拉电阻。

(3) P0、P2 口的位结构比 P1 口多了一个转换控制部分。当 P0、P2 口作通用 I/O 口时, 各自的多路开关 MUX 分别倒向锁存器输出 $\bar{Q}$ 和 Q 端, 构成输出驱动电路。

在系统扩展片外存储器时, P0 口输出低 8 位地址, 还分时作数据线使用; P2 口输出高 8 位地址。

(4) P3 口除了具有准双向 I/O 口的功能之外, 各引脚还具有第二功能。在结构上, 由 P3 口某一位的第二功能控制端来控制。

3. 并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的端口负载能力

P0 口的每一位输出可驱动 8 个 TTL 负载; P1 ~ P3 口的输出级接有内部上拉负载电阻, 每一位输出可驱动 4 个 TTL 负载。

4. 并行输入/输出端口 P0 ~ P3 的接口要求

P0 ~ P3 口都是准双向 I/O 口, 作输入时, 必须先对相应端口锁存器写“1”, 使驱动管 FET 截止。

七、单片机基本工作系统组成学习内容概要

本节以应用 8051 单片机驱动步进电动机为例, 了解单片机的作用和外部特性。

1. 系统基本组成

- (1) 8051 单片机。
- (2) 程序存储器 2764, 8KB EPROM 型程序存储器芯片。
- (3) 74LS373, 锁存 CPU P0 口输出的低 8 位地址信息。
- (4) 步进电动机驱动电路。

2. 引脚连接

- (1) 8051 的 XTAL1 和 XTAL2 连接石英晶体和两个微调电容, 为系统提供振荡时钟。
- (2) RST 引脚采用由电阻、电容构成的上电复位电路。
- (3) $\overline{\text{EA}}$ 引脚接地, 因 8051 的片内 ROM 没有用。
- (4) 13 位地址线由 P0 和 P2 口的部分位线构成; 数据线由 P0 口构成。
- (5) ALE 与 74LS373 的锁存控制端 LE 相连, 控制 P0 口低 8 位地址锁存; $\overline{\text{PSEN}}$ 与 2764 的输出允许控制端 $\overline{\text{OE}}$ 相连, 以控制 2764 输出数据 (指令)。

第二节 原教材习题及解答

2-1 8051 单片机芯片内部包含哪些主要逻辑功能部件?

答: 8051 单片机芯片内部包含 1 个 8 位微处理器 (CPU), 片内数据存储器 RAM, 片内程序存储器 ROM, 4 个 8 位并行 I/O 口 P0 ~ P3, 2 个定时器/计数器, 5 个中断源的中断控制系统, 1 个 UART (通用异步接收发送器) 的串行 I/O 口, 片内振荡器和时钟产生电路。

2-2 8051 存储器分哪几个地址空间? 如何区别不同空间寻址?

答:

- (1) 片内、外统一编址的 64KB 程序存储器;
- (2) 片内 128B 数据存储器 and 21 个特殊功能寄存器;
- (3) 片外 64KB 数据存储器。

硬件: $\overline{\text{EA}}$ 引脚接高电平时, CPU 从片内 0000H 单元开始取指令, 接低电平时 CPU 直接访问片外 EPROM。

软件: MOV 指令访问片内数据存储器, MOVX 指令访问片外数据存储器, MOVC 指令用于读取程序存储器中的常数。

2-3 简述 8051 片内 RAM 的空间分配。

答: 低 128B 数据存储器区分为: 工作寄存器区 (00H ~ 1FH)、位寻址区 (20H ~ 2FH)

和一般数据存储区 (30H~7FH)。

高 128B 数据存储区离散地分布着 21 个特殊功能寄存器。

2-4 简述直接位寻址区的空间分配, 片内 RAM 中包含哪些可位寻址单元?

答: MCS-51 单片机片内 RAM 中有两个区域可进行位寻址:

(1) 片内 RAM 低 128B 的位寻址区, 地址为 20H~2FH 的 16 个字节单元共 128 位, 每一位都有相应的位地址, 可用位寻址方式对其进行置位、复位、内容传送、逻辑运算等操作。128 位的位地址定义为 00H~7FH。

(2) 片内 RAM 高 128B 的存储器区, 有 21 个特殊功能寄存器。其中字节地址正好能被 8 整除的字节单元中的每一位都可以按位寻址、操作。

2-5 8051 单片机的 P0~P3 口结构有何不同, 用做通用 I/O 口输入数据时应注意什么?

答: P0~P3 口功能不完全相同。

(1) 访问外扩展存储器时, P2 口送出 16 位地址的高 8 位地址, P0 口先送出 16 位地址的低 8 位地址, 再做数据的输入/输出通道。

(2) 在无片外扩展存储器的系统中, P0、P2 口不需要做地址口时, 和 P1、P3 口一样, 都可作为准双向通用 I/O 口使用。P0 的输出级无上拉电阻, 在作为通用 I/O 口时需外接上拉电阻, 且 P0 口的每一位输出可驱动 8 个 TTL 负载, 而 P0~P3 口的输出级接有上拉负载电阻, 每一位输出可驱动 4 个 TTL 负载。

在作通用 I/O 输入数据时应注意: 应先对相应的端口锁存器写 1, 以防止误读。

2-6 8051 单片机 $\overline{\text{EA}}$ 引脚有何功能? 在使用 8031 时, $\overline{\text{EA}}$ 引脚应如何处理?

答: $\overline{\text{EA}}$ 引脚为外部程序存储器地址允许输入端, 其电平的高低决定了系统复位后 CPU 是从片内程序存储器还是片外扩展存储器的 0000H 字节单元开始取指令。

(1) 当引脚 $\overline{\text{EA}}$ 接成高电平时, CPU 首先从片内 0000H 字节单元开始取指令执行程序。当指令地址寄存器 PC 中的内容超过 0FFFH 后, 就自动转向片外扩展的 EPROM 中取指令执行, 这时芯片外部的重叠地址为 0000H~0FFFH 的低 4KB EPROM 忽略不用。

(2) 当引脚 $\overline{\text{EA}}$ 接成低电平时, 复位后 CPU 直接从片外 EPROM 的 0000H 字节单元开始取指令执行, 这时芯片内部 0000H~0FFFH 的 4KB 单元被忽略不用。

在使用 8031 时, 由于其内部没有 ROM/EPROM, 所以必须使用外部扩展程序存储器, 它的 $\overline{\text{EA}}$ 引脚应该接成低电平, CPU 直接从片外扩展的 EPROM 中取指令执行。

2-7 8051 单片机有哪些信号需要芯片引脚以第二功能的方式提供?

答:

(1) VPD (9 脚): 片内 RAM 备用电源的输入端。

(2) $\overline{\text{PROG}}$ (30 脚): 对于片内带有可编程存储器的芯片, 作为编程写入的编程脉冲输入端, 把编写好的程序指令代码存入程序存储器中。

(3) VPP (31 脚): 对于片内有 EPROM 的芯片固化程序时, 它作为加高编程电压的输入端。

(4) RXD (10 脚): 串行口通信数据输入线。

(5) TXD (11 脚): 串行口通信数据输出线。

(6) $\overline{\text{INT0}}$ (12 脚): 外部中断 0 输入信号。

(7) $\overline{\text{INT1}}$ (13 脚): 外部中断 1 输出信号。