



高职高专“十二五”规划教材



提供电子课件下载

单片机技术与应用

DANPIANJI JISHU YU YINGYONG

主 编 耿永刚 李利珍

- 互动式项目化教学，实用够用
- 强调实践能力和自学能力
- 突出新技术和实用的科研成果

上海科学技术出版社



高职高专“十二五”规划教材

计算机专业系列教材

单片机技术与应用

DANPIANJI JISHU YU YINGYONG

主 编 耿永刚 李利珍

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术与应用 / 耿永刚, 李利珍主编. —上海:
上海科学技术出版社, 2012. 8

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0758 - 3

I. ①单… II. ①耿…②李… III. ①单片微型计
算机—高等教育—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 055344 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 15.25

字数: 350 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0758 - 3/TP · 12

定价: 33.00 元

此书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

本书是一本为高职院校学生量身定做的项目课程教材。本书按照项目导向、任务驱动的模式编写,突出单片机的实际应用,充分体现高职高专理论够用、重在实用的特点,设置了符合企业需求的8个项目、20个工作任务。本书以实践知识整合理论知识,按照由易到难的顺序递进分配工作任务,把学生需要掌握的知识分配到具体的项目和任务中,使学生在实践的过程中掌握相应知识。全书通过彩灯闪烁控制、电子密码锁、电子时钟、单相电子式预付费集抄电能表、直流数字电压表、数字函数发生器等项目,介绍了单片机硬件系统、开发系统、中断应用、输入/输出系统和通信系统。

本书可作为高职高专院校的电子信息类、通信类、自动化类、机电一体化类、汽车电子类等专业的单片机课程教材,也可作为应用型本科院校、中职院校相关专业师生及电子产品设计人员的参考用书。

配套电子课件下载说明

本书按其主要内容编制了各项目课件,在上海科学技术出版社网站公布,欢迎读者登录 www.sstp.cn/pebooks/download/ 下载。

作者名单

Authors

单片机技术与应用

主 编 耿永刚 李利珍
副主编 郭建英 钱丹浩
参 编 田相军 孙天佑 朱 明

单片微型计算机简称单片机,其具有体积小、功能强、性价比高、控制灵活等优点,在智能仪器仪表、工业自动化控制设备、家用电器、通信、网络等领域得到了广泛应用。

本书贯彻“学以致用”、“为用而学”的原则,从实用角度出发,以工作任务为中心,以项目课程为主体,充分体现高职高专的理论够用、重在实用的特点。本书是编者在多年教学和科研开发工作的基础上,增加一些新技术和实用的科研成果统编而成的。本书叙述由浅入深,强调实践能力和自学能力,理论知识以够用为度,让学生在技能训练中逐渐掌握单片机知识,熟悉单片机编程方法,易教易学。

本书以项目教学为中心,以工作任务为教学单元,将单片机硬件知识、汇编软件知识分解成一个个知识点,穿插在教学单元中。全书分为8个项目、20个任务,将理论知识和实践环节内容分解对应于各个项目和任务,每个任务既相对独立,又与前后任务之间保持密切的联系,使训练内容由点到线、由线到面。在合理分解、组合理论和实践内容的基础上,把理论知识结构整体打乱,结合项目,用到什么讲什么,让学生在干中学、学中做,更好地掌握理论知识。

实践是最好的老师。单片机学习的过程,就是一个知识不断积累的过程。除了自己编写相应程序外,阅读和理解他人程序也是学习的一个重要过程。本书在给出任务程序的同时,也给出了程序流程图,帮助学生能更好地学习和掌握单片机技术。

本书编者多年从事教学、科研和学生课外活动指导工作,具有丰富的教学和实践经验,多次指导学生获奖。全书由常州机电职业技术学院耿永刚、濮阳职业技术学院李利珍

担任主编,耿永刚负责通稿。参加编写的人员如下:常州机电职业技术学院耿永刚(项目一、项目六),孙天佑(项目七);濮阳职业技术学院田相军(项目二)、李利珍(项目四)、郭建英(项目五);上海医疗器械高等专科学校朱明(项目三);南京化工职业技术学院钱丹浩(项目八)。

由于编者水平所限,缺点、错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者

项目一 单片机基础知识及集成开发		项目三 门禁系统电子密码锁	
环境	1	设计	44
任务一 常用数制和数制转换	1	任务一 简易密码锁系统设计	44
一、任务描述	1	一、任务描述	44
二、相关知识	1	二、相关知识	44
三、相关实践	5	三、相关实践	50
任务二 单片机的概念及简介	6	任务二 门禁系统密码锁设计	54
一、任务描述	6	一、任务描述	54
二、相关知识	6	二、相关知识	54
三、相关实践	10	三、相关实践	60
任务三 WAVE 软件单片机集成开发		项目四 多路抢答器控制系统	66
环境	11	任务一 二路抢答器控制系统	
一、任务描述	11	设计	66
二、相关知识	11	一、任务描述	66
三、相关实践	12	二、相关知识	66
项目二 多路彩灯控制系统	16	三、相关实践	72
任务一 简易彩灯闪烁控制设计	16	任务二 四路抢答器设计	76
一、任务描述	16	一、任务描述	76
二、相关知识	16	二、相关知识	76
三、相关实践	25	三、相关实践	85
四、知识拓展	26	项目五 单片机电子时钟控制系统 ..	89
任务二 多路彩灯模拟系统控制		任务一 简易秒表系统设计	89
设计	31	一、任务描述	89
一、任务描述	31	二、相关知识	89
二、相关知识	31	三、相关实践	92
三、相关实践	40		

项目一

单片机基础知识及集成开发环境

任务一 常用数制和数制转换

【学习目标】

1. 了解二进制、十进制和十六进制数的特点及有符号数的表示方法。
2. 能完成二进制、十进制和十六进制数制的相互转换。

一、任务描述

本任务是根据已定数据,完成二进制、十进制及十六进制的相互转换。

二、相关知识

(一) 常用数制

计算机系统中,不论是指令还是外部数据(包括图像、声音等信息),若想存入计算机,都必须采用二进制编码形式。单片机也不例外,因此在机器内部,单片机能够直接识别和运行的语言是二进制机器语言。

虽然单片机内部采用二进制编码来表示各种信息,但单片机与外部交流仍采用人们熟悉和阅读的形式,如十进制、文字显示及图形描述。它们向二进制的转换则由单片机系统的硬件和软件来实现。数制中需了解两个基本概念:数码和基数。

数字符号 0、1、2、…、9 等称为数码。数码的个数称为基数。

1. 二进制数

二进制数是计算机内部使用的,以字母 B 结尾。二进制数的特点为:

- (1) 只有 0 和 1 两个数码。
- (2) 基数为 2,采用“逢二进一”的原则。

例如: $(11010100)_2 = 11010100B = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$ 。

2. 十进制数

十进制数为日常生活中常用的数,以字母 D 结尾(一般省略)。十进制数的特点为:

- (1) 有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 这些数码。

(2) 基数为 10,采用“逢十进一”的原则。

例如: $(30681)_{10} = 30681 = 3 \times 10^4 + 0 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 1 \times 10^0$ 。

3. 十六进制数

为了书写和阅读方便,经常采用十六进制数作为二进制数的缩写形式。十六进制数以 H 字母结尾。十六进制数的特点为:

(1) 有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 这些数码。

(2) 基数为 16,采用“逢十六进一”的原则。

例如: $(30681)_{16} = 30681H = 3 \times 16^4 + 0 \times 16^3 + 6 \times 16^2 + 8 \times 16^1 + 1 \times 16^0$ 。

三种进制的对应关系见表 1-1。

表 1-1 二进制、十六进制和十进制数对照表

二进制(B)	十六进制(H)	十进制(D)	二进制(B)	十六进制(H)	十进制(D)
0000	0	0	1000	8	8
0001	1	1	1001	9	9
0010	2	2	1010	A	10
0011	3	3	1011	B	11
0100	4	4	1100	C	12
0101	5	5	1101	D	13
0110	6	6	1110	E	14
0111	7	7	1111	F	15

(二) 数制间的转换

1. 十进制转换为二进制

整数部分的转换方法采用“除 2 取余法”,小数部分的转换方法采用“乘 2 取整法”

【例 1-1】 将十进制 25.3125 转换为二进制。

解:将整数 25 采用“除 2 取余法”,得出二进制数 $25 = 1\ 1001B$

将小数 0.3125 采用“乘 2 取整法”。

$0.3125 \times 2 = 0.625$ 溢出 0 ← MSB

$0.625 \times 2 = 1.250$ 1

$0.250 \times 2 = 0.500$ 0

$0.500 \times 2 = 1.000$ 溢出 1 ← LSB

即 $0.3125 = 0.0101B$ 。

两者合并,可知: $25.3125 = 1\ 1001.0101B$ 。

2. 二进制转换成十进制

将二进制数的各个非零位分别乘以位权之后相加求和。

【例 1-2】 将二进制 $10\ 1101.11B$ 转换为十进制。

解: $101101.11B = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 45.75$ 。

3. 十进制转换成十六进制

整数部分的转换方法采用“除 16 取余法”。小数部分的转换方法采用“乘 16 取整法”。

4. 十六进制转换成十进制

将十六进制数的各个非零位分别乘以位权后相加求和。

5. 二进制转换成十六进制

二进制数转换成十六进制数的方法是:4 位二进制数对应于 1 位十六进制数。

【例 1-3】将二进制 101101.11B 转换为十六进制。

解: $101101.11B = 0010\ 1101.1100B = 2D.CH$ 。

6. 十六进制转换成二进制

十六进制数转换为二进制数的方法是:将每 1 位十六进制数用对应的 4 位二进制数替换。

【例 1-4】将十六进制 275.7AH 转换为二进制。

解: $275.7AH = 0010\ 0111\ 0101.0111\ 1010B = 10\ 0111\ 0101.0111\ 1010B$ 。

(三) 常用二进制编码

1. 二进制编码的十进制数(BCD 码)

十进制数用二进制编码的形式来表示,称为二-十进制编码,即 BCD 码。最常用的是 8421BCD 码。由于十进制数共有 0、1、2、…、9 十个数码,因此,至少需要 4 位二进制码来表示 1 位十进制数。

表 1-2 列出了 BCD 码(8421 码)与十进制数的对照表。互换时,可以按 4 位对应 1 位的原则,进行转换。二进制码在 1010B~1111B 范围时,属于非法码。

表 1-2 BCD(8421)码与十进制数的对照表

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
0	0000	6	0110
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	10	0001 0000
5	0101	11	0001 0001

2. 字符的二进制编码——ASCII 码(美国信息交换标准代码)

计算机中的各种字符,包括 0~9 数字、大小写英文字母、标点符号及用于控制的特殊符号等,也必须用二进制编码表示。在计算机中一般统一使用 ASCII 码来表示字符。

ASCII 码是美国信息交换标准代码的简称。每个字符的 ASCII 码是由 7 位二进制数构成,第 8 位(最高位)通常定为奇偶校验位。

例如:数字 0~9 的 ASCII 码为 30H~39H;大写字母 A~Z 的 ASCII 码为 41H~5AH。详见附录 A。

(四) 有符号数

在计算机中是使用数字“0”和“1”在最高位表示数的符号的。如:“+”号用“0”表示,“-”

号用“1”表示。

一个带符号数在计算机中有三种表示方法:原码、反码、补码。

下面以 8 位带符号数为例进行介绍。

1. 原码表示法

最高位(D7 位)作符号位,用“0”或“1”表示数的正或负,其余位为数值位,用来表示该数的大小,即绝对值。

例: $[+112]_{\text{原码}} = 0111\ 0000\text{B}$

$[-112]_{\text{原码}} = 1111\ 0000\text{B}$

原码所能表示的十进制范围是: $-127 \sim +127$ 。

2. 反码表示法

正数的反码与原码相同;负数的反码,符号位为“1”,数值位是将原码的数值位按位取反(即原来是“0”的,取为“1”,原来是“1”的,取为“0”)。

例: $[+112]_{\text{反码}} = 0111\ 0000\text{B}$

$[-112]_{\text{反码}} = 1000\ 1111\text{B}$

反码可表示的十进制范围是: $-127 \sim +127$ 。

3. 补码表示法

补码的概念可以通过下面描述来表示:例如现在是下午 3 点,手表停在 12 点,可正拨 3 点,也可倒拨 9 点实现时间调整。就是说-9 的操作可用+3 来实现,在 12 点里:3、-9 互为补码。

正数的补码与原码相同;负数的补码,符号位为“1”,数值位是将反码的数值位加 1 形成。

例: $[+112]_{\text{补码}} = 01110000\text{B}$

$[-112]_{\text{补码}} = 10010000\text{B}$

用补码可表示的十进制范围是: $-128 \sim +127$ 。

因为带符号数用补码表示,可以简化运算,所以较常用。运用补码可使减法变成加法。

(五) 无符号数

无符号的 8 位二进制数没有符号位,8 位均为数值位。即 8 位无符号二进制数对应的十进制范围为 $0 \sim 255$ 。

(六) 计算机中数的单位

(1) 位(bit):一个二进制数中的 1 位,其值不是 1 便是 0。

(2) 单字节(byte):一个字节,就是一个 8 位的二进制数。可分为高四位和低四位。

位号	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
字节								
	高四位				低四位			

单字节无符号计数表示范围:十进制 $0 \sim 255$ 或十六进制 $00\text{H} \sim \text{FFH}$ 。

(3) 双字节(字 word):两个字节,就是一个 16 位的二进制数。

位号	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
字																
	高八位								低八位							

双字节无符号计数表示范围：十进制 0~65535 或十六进制 0000H~FFFFH。

三、相关实践

根据已给定数据,完成相应填空。

二进制(B)	十进制	十六进制(H)
	255	
	13	
	-7	
1111.0101		
10101101		
11011100110		
		AA
		3F9
		16. AB

思考与练习

一、选择题

- 十进制数 126 其对应的十六进制可表示为()。
A. 8F B. 8E C. FE D. 7E
- 十进制数 89.75 其对应的二进制可表示为()。
A. 10001001.01110101 B. 1001001.10
C. 1011001.11 D. 10011000.11
- 二进制数 110010010 对应的十六进制数可表示为()。
A. 192H B. C90H C. 1A2H D. CA0H
- 二进制数 110110110 对应的十六进制数可表示为()。
A. 1D3H B. 1B6H C. DB0H D. 666H
- 3 的补码是()。
A. 10000011 B. 11111100 C. 11111110 D. 11111101
- 在计算机中“A”是用()来表示的。
A. BCD 码 B. 二—十进制编码
C. 余三码 D. ASCII 码

二、计算题

- 将下列十进制数分别转换成二进制、十六进制和 BCD 码的形式。
 - 33
 - 22.37
- 将下列二进制数分别转换成十进制、十六进制的形式。
 - 10101100B
 - 1001.01B
 - 11001100.011B
- 将下列十六进制数分别转换成二进制、十进制的形式。
 - 7BH
 - 0E7.2H
 - 21A9H
- 将下列 BCD 码转换成十进制数。
 - 10010010
 - 01010010
 - 1000111.0110
- 将下列带符号数分别用原码、反码、补码来表示。
 - +39
 - 121

任务二 单片机的概念及简介

【学习目标】

- 认知单片机芯片及单片机最小系统电路,能进行单片机设计和选型。
- 了解单片机相关基础知识。
- 了解 51 系列单片机类型。
- 理解单片机总线概念。

一、任务描述

通过单片机相应电路的学习,对典型硬件电路进行分析,认知各元器件所起作用,完成元器件参数选择和设计。

二、相关知识

(一) 单片机概念及常用单片机类型

1. 单片机概念

单片机是一种集成电路芯片。它将具有数据处理能力的微处理器(CPU)、存储器(含程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM)、输入和输出接口电路(I/O 接口)集成在同一块芯片上,构成一个既小巧又很完善的计算机硬件系统,在单片机程序的控制下能准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。在实际使用中,可将单片机看作是一个可以通过软件控制的智能多路开关(AT89C51 为 32 路),其对应引脚数字为“1”(高电平 +5 V)和“0”(低电平 0 V),可以直接驱动 LED 等负载。

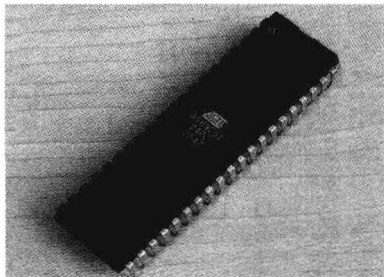


图 1-1 常用 AT89C51 单片机芯片实物图

单片机最常见的是 DIP 封装,即标准的双列直插式集成电路芯片,如图 1-1 所示为单片机外形图,如图 1-2 所

示为常用单片机 AT89C51 和 AT89C2051 引脚图,单片机内部结构如图 1-3 所示。

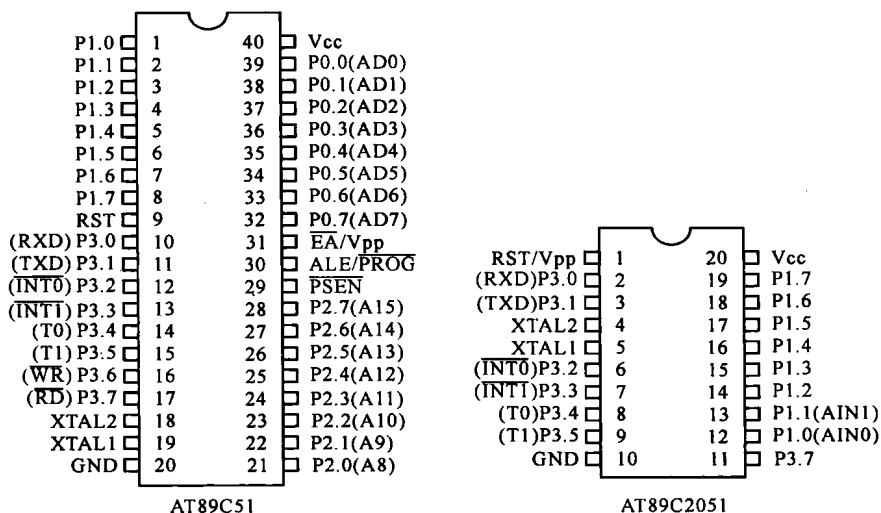


图 1-2 常用 ATMEL 单片机芯片引脚图

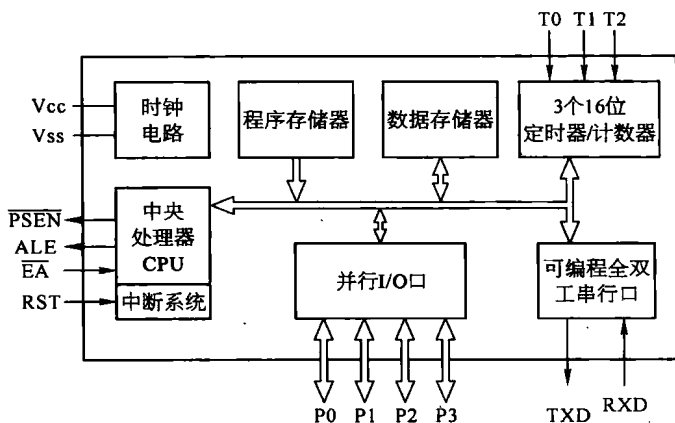


图 1-3 单片机内部结构框图

单片机是应工业测控而诞生的,它的结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的,故也叫单片微控制器(single chip microcontroller, SCM)。

单片机在控制领域大显身手,被装入到各种智能化产品中,所以又称为嵌入式微控制器(embedded microcontroller)。而且有一些单片机中除了上述部分外,还集成了其他部分如 A/D, D/A 等。由于其体积小,价格低廉,可靠性高,被大量用于智能仪器仪表、家用电器、智能卡和其他设备的自动控制等。

2. 典型单片机产品

目前,国内使用的单片机主要有美国 Microchip 公司开发生产的 8 位 PIC 系列单片机和 MCS-51 系列单片机。本书将主要讲述与 MCS-51 完全兼容的 ATMEL 公司产品 AT89 系

列单片机。

1) MCS-51 系列单片机 MCS-51 是指由美国 INTEL 公司生产的一系列高性能 8 位单片机的总称,也就是 51 系列单片机。这一系列单片机包括了许多品种,如 8031、8051、8751 等。其中 8051 是最早最典型的产品,该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减、改变而来的,所以习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机。

2) AT89 系列单片机 美国 ATMEL 公司将闪速存储器与 MCS-51 控制器相结合,开发生产了新型的 8 位单片机——AT89 系列单片机。AT89 系列单片机是一种低功耗、高性能的 8 位 CMOS 微处理器芯片,片内带有闪速可编程可擦写只读存储器 PEROM。PEROM 既具有静态 RAM 的速度和可擦写性,又能像 EEPROM 那样掉电后保留所写数据,因此大大方便了用户。常用 AT89 系列芯片见表 1-3。

表 1-3 常用的 ATMEL 公司单片机

型 号	片内 ROM 容量(字节)	片内 RAM 容量(字节)	I/O 特性			中断源
			定时器	并行口	串行口	
89C2051	2 K	128	2	2	1	5
89C4051	4 K	128	2	2	1	5
89C51/LS51/S51	4 K	128	2	4	1	5
89C52/LS52/S52	8 K	256	3	4	1	6
89C55	20 K	256	3	4	1	6

3) STC89C51RC/RD+ 系列单片机 STC89C51RC/RD+ 系列单片机是宏晶科技推出的新一代超强抗干扰、高速、低功耗的单片机,指令代码完全兼容传统 8051 单片机,12 时钟、机器周期和 6 时钟、机器周期可任意选择。工作电压范围宽,为 +5 V(5.5~3.4 V)和 3 V(3.8~2.0 V)两种,内置看门狗功能。常用 STC89C51RC/RD+ 系列芯片见表 1-4。

表 1-4 常用 STC89C51RC/RD+ 系列单片机

型 号	最高时钟频率(MHz)		Flash 存储器(字节)	RAM 存储器(字节)	EEPROM (字节)
	5 V	3 V			
STC89C51RC	0~80		4 K	512	2 K
STC89C52RC	0~80		8 K	512	2 K
STC89C53RC	0~80		15 K	512	
STC89C54RD+	0~80		16 K	1 024	16 K
STC89C55RD+	0~80		20 K	1 024	16 K
STC89C58RD+	0~80		32 K	1 024	16 K
STC89C516RD+	0~80		64 K	1 024	