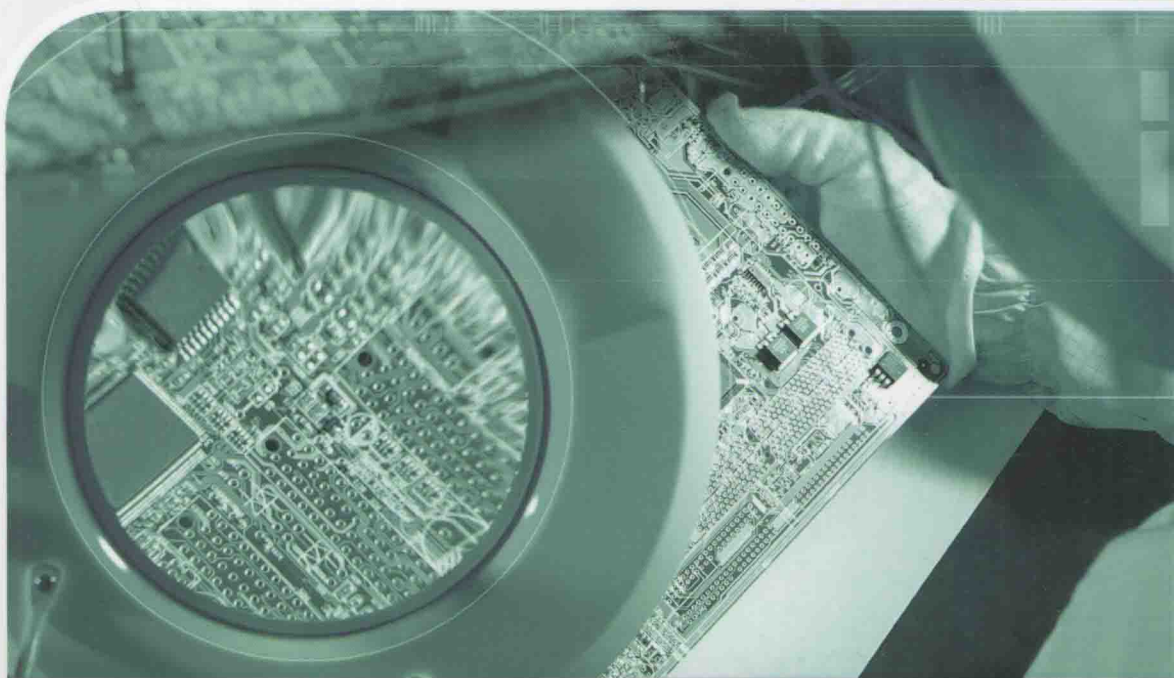




高职高专“十二五”规划教材



单片机原理及应用

段德功 丁莹亮 主编



经济科学出版社

高职高专“十二五”规划教材

单片机原理及应用

主 编	段德功	丁莹亮	
副主编	李 玮	杨军平	吴欣慧
	张玉馥		
编 委	高素玲	张天鹏	吴 亮
	左 翔		

经济科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/段德功,丁莹亮主编. —北京:经济科学出版社,2010.5
高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5058-9337-5

I. ①单… II. ①段… ②丁… III. ①单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 077953 号

责任编辑:王东萍

责任校对:王肖楠

技术编辑:李长建

单片机原理及应用

段德功 丁莹亮 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址:北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编:100142

教材编辑中心电话:88191344 发行部电话:88191540

网址:www.esp.com.cn

电子邮件:espbj3@esp.com.cn

北京密兴印刷厂印装

787×1092 16 开 14 印张 340 千字

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5058-9337-5 定价:25.90 元

(图书出现印装问题,本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

前 言

随着信息技术的飞速发展,嵌入式智能电子技术已渗透到社会生产、工业控制以及人们日常生活的各个方面。单片机又称为嵌入式微控制器,在智能仪表、工业控制、智能终端、通信设备、医疗器械、汽车电器、导航系统和家用电器等很多领域都有着广泛的应用,已成为当今电子信息领域应用最广泛的技术之一。“单片机原理及应用”也成为各层次高校机电、电子、自动化、通信等专业的一门必修的核心课程。

同时,单片机又是学生们觉得最难学的课程之一,既要掌握硬件电路的设计与调试,又要掌握枯燥的汇编语言程序设计。目前,有关单片机的书籍有两类:一类是译自原版的外文单片机使用手册,这类书全面系统地阐述了单片机原理,但由于缺乏实用案例,实践性不强;另一类是实用性很强的参考书,此类书较前者更注重单片机的应用,为学生提供了一些应用范例,缺点是起点较高,忽略了原理的叙述,更适合那些已经掌握了单片机原理的读者群。针对上述情况,我们编写了这本综合两类书籍优点的单片机教材。本书系统阐述了单片机原理、汇编语言编程、单片机接口技术与电子系统设计等课程内容,从认识单片机开始,逐步深入了解,最后成为单片机应用能手。本书采用项目导向、任务驱动的编写模式,将教学内容分为若干个相对独立的实训项目,每个项目由若干任务组成,教学过程中可充分发挥学生的主动性、积极性,课内学习与课外自学相结合。

本书由段德功、丁莹亮主编,李玮、杨军平、吴欣慧、张玉馥担任副主编,高素玲、张天鹏、吴亮、左翔也参与了编写工作。其中项目一、项目五、项目七、项目十由段德功编写,项目十一、项目十二、项目十三、项目十五由丁莹亮编写,项目四由杨军平编写,项目二、项目八由李玮编写,项目三、项目九由吴欣慧编写,项目六由高素玲编写,项目十四由张天鹏编写,附录一由吴亮编写,左翔负责编写过程中的资料收集、汇总、整理等工作,并编写了附录二和及项目二的部分内容,最后由段德功和丁莹亮负责编制目录提纲,张玉馥负责统稿、统编工作。

在本书的编写过程中,刘爱琴教授提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

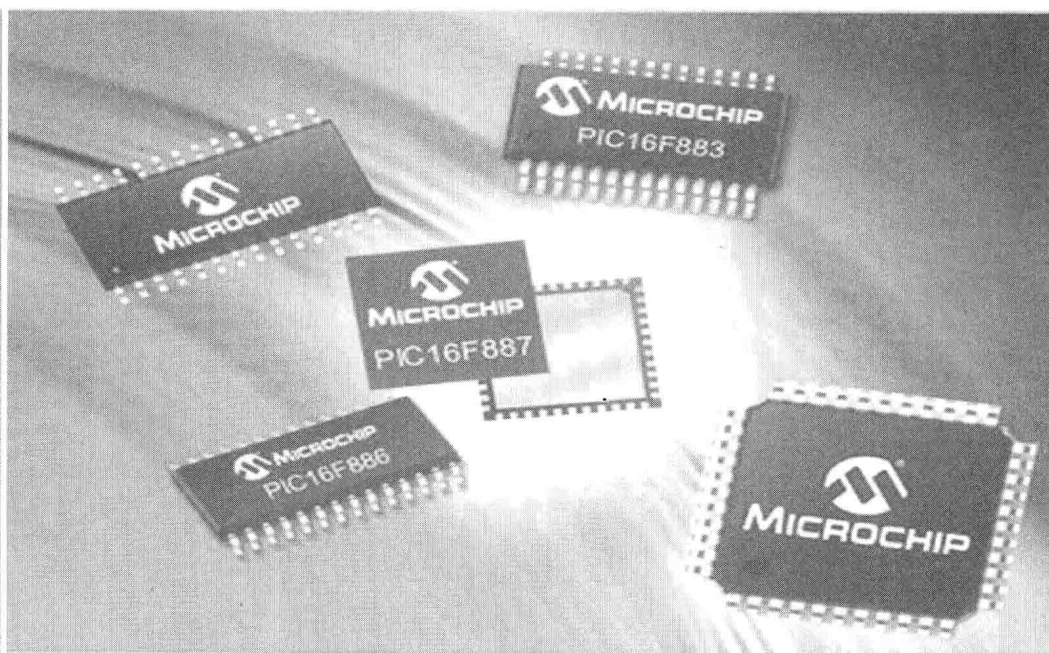
编 者

2010年5月

目 录

基础原理篇	1
项目一 单片机概述	3
任务一 初识单片机	3
任务二 了解单片机技术的发展	4
任务三 了解单片机产品分类	5
任务四 了解单片机的应用	8
项目二 指令系统及汇编语言程序设计	10
任务一 单片机的汇编语言与指令格式	10
任务二 单片机的指令寻址方式	13
任务三 单片机的指令系统	16
任务四 伪指令	26
任务五 汇编语言程序设计	29
项目三 单片机应用系统设计方法	34
任务一 了解构成应用系统的基本方法	34
任务二 应用系统硬件的设计方法	36
任务三 了解单片机应用系统软件的设计方法	38
任务四 熟悉单片机开发系统软件	39
项目四 单片机最小应用系统	42
任务一 初识 51 单片机	42
任务二 51 单片机的存储器读写	46
任务三 51 单片机的并行 I/O 口	53
任务四 最小系统设计方法	58
应用设计篇	65
项目五 单片机数码显示	67
任务一 一位数码管显示	67
任务二 红绿灯控制	70
任务三 八位 LED 显示	72

项目六 中断系统	76
任务一 外部中断 $\overline{\text{INT0}}$	76
任务二 多级外部中断	90
项目七 单片机定时器/计数器应用	93
任务一 加(减)1计数器	93
任务二 测量脉冲的频率	102
项目八 串行通信	109
任务一 单片机串行口通信测试	109
任务二 串行口显示	122
任务三 串行口扩展键盘	125
任务四 串行口双机通信	126
任务五 串行口多机通信	129
项目九 单片机控制的可调数字时钟	137
项目十 单片机控制的温度采集显示系统	147
项目十一 电子发报机设计	155
项目十二 电动机转速测定及数据显示系统设计	165
知识拓展篇	173
项目十三 单片机抗干扰技术	175
任务一 硬件抗干扰技术	175
任务二 软件抗干扰措施	184
任务三 “看门狗”技术和掉电保护	189
项目十四 单片机电源设计与监控	193
任务一 单片机电源设计	193
任务二 单片机的监控芯片	198
项目十五 单片机扩展技术	205
任务一 简单 I/O 口扩展	205
任务二 I ² C 总线 E ² PROM 存储器扩展	208
附录一 MCS-51 指令集	213
附录二 ASCII 表	218



基础原理篇

- ▲项目一 单片机概述
- ▲项目二 指令系统及汇编语言程序设计
- ▲项目三 单片机应用系统设计方法
- ▲项目四 单片机最小应用系统

项目一

单片机概述

计算机是应数值计算要求而诞生的。在相当长的时期内,计算机技术都是以满足越来越多的计算量为目标来发展的,但是随着单片机的出现,使计算机从海量数值计算进入到智能化控制领域。从此,计算机就开始沿着通用计算机领域和嵌入式领域两条不同的道路发展。

任务一 初识单片机

单片机自问世以来,以其极高的性价比,越来越受到人们的重视和关注。

单片机是单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)的简称。把组成计算机的主要功能部件:中央处理器(CPU)、数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出接口电路等部件都集成在一块半导体芯片上,就构成了单片机,如图 1-1 所示。

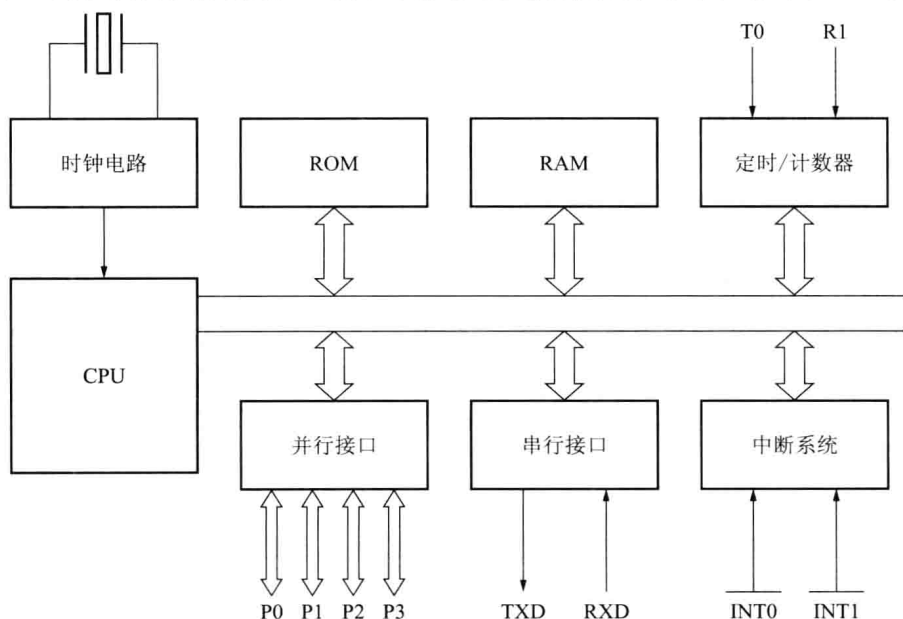


图 1-1 单片机基本结构

由于单片机的硬件结构与指令系统的功能都是按工业控制要求设计的,常用在工业检测、控制装置中,因而也称为微控制器(Microcontroller)。单片机具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等特点,被广泛应用于智能仪表、机电设备、过程控制、数据处理、自动检

测和家用电器等方面。

任务二 了解单片机技术的发展

一、单片机的发展史

20 世纪 70 年代,美国仙童(Fairchild)公司首先推出了第一款单片机 F-8,随后 Intel 公司推出了 MCS-48 单片机系列,其他一些公司如 Motorola、Zilog 等也先后推出了自己的单片机,取得了一定的成果,这是单片机的起步与探索阶段。总体来说,这一阶段的单片机性能较弱,属于低、中档产品。

随着集成技术的提高以及 CMOS 技术的发展,单片机的性能也随之改善,高性能的 8 位单片机相继问世。1980 年,Intel 公司推出了 8 位高档 MCS-51 系列单片机,性能有很大的提高,应用领域也大为扩展,这是单片机的完善阶段。

1983 年,Intel 公司推出了 16 位 MCS-96 系列单片机,加入了更多的外围接口,例如,模/数转换器(ADC)、看门狗(WDT)、脉宽调制器(PWM)等,其他一些公司也相继推出了各自的高性能单片机系统。随后许多用在高端单片机上的技术被下移到 8 位单片机上,这些单片机内部一般都有非常丰富的外围接口,强化了智能控制器的特征,这是 8 位单片机与 16 位单片机的推出阶段。

近年来,Intel、Motorola 等公司又先后推出了性能更为优异的 32 位单片机,单片机的应用达到了一个更高的层次。

随着技术的进步,早期的 8 位中、低档单片机逐渐被淘汰,但 8 位单片机并没有消失,尤其是以 80C51 为内核的单片机,不仅没有消失,反而呈现快速发展的趋势。

二、单片机的发展特点

(1) CMOS 化

CMOS 技术的进步,大大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了低功耗特性之外,还具有功耗的可控性,使单片机可以工作在功耗精细管理状态。

(2) 低电压、低功耗化

单片机允许使用的电压范围越来越宽,一般为 3~6 V,低电压供电的单片机电压下限已可达 1~2 V,1 V 以下供电的单片机也已问世。单片机的功耗已从 mA 级降到 μA 级,甚至 1 μA 以下。低功耗化的效应不仅是功耗低,而且带来了产品的高可靠性、高抗干扰能力以及产品的便携化。

(3) 大容量化

随着单片机控制范围的增加,控制功能的日渐复杂,高级语言的广泛应用,对单片机的存储器容量提出了更高的要求。

(4) 高性能化

通过进一步改进 CPU 的性能,加快指令运算速度和提高系统控制的可靠性,采用精简指令集(RISC)结构和流水线技术,可以大幅度提高运行速度。现指令运算速度最高已达 100 MIPS(Million Instruction Per Second,兆指令每秒)。

(5) 小容量、低价格化

以 4 位、8 位机为中心的小容量、低价格化是单片机的另一发展方向。这类单片机的用途是把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化,可广泛用于家电产品。

(6) 串行扩展技术

在很长一段时间里,通用型单片机通过三总线结构扩展外围器件成为单片机应用的主流结构。随着低价位 OTP 及各种类型片内程序存储器技术的发展,加之外围接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是 I²C、SPI 等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更先进,单片机系统结构更加简化及规范化。

ISP(In-System Programming)是指可以通过特定的编程工具对已安装在电路板上的器件编程写入最终用户代码,而不需要从电路板上取下器件。利用 ISP 技术不需要编程器就可以进行单片机的实验和开发,单片机芯片可以直接焊接到电路板上,调试结束即成为成品,免去了调试时由于频繁地插入取出芯片对芯片和电路板带来的不便。

IAP(In-Application Programming)是指在用户的应用程序中对单片机的程序存储器进行擦除和编程等操作。IAP 技术应用的一个典型例子是可较为容易地实现硬件的远程升级。

任务三 了解单片机产品分类

一、MCS-51 系列单片机

1. 产品简介

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的一种 8 位单片机系列。该系列的基本产品是 8051、8031 和 8751。这 3 种产品之间的区别只是片内的程序存储器不同。8051 的片内程序存储器(ROM)是掩膜型的,即在制造芯片时已将应用程序固化进去;8031 片内没有程序存储器;8751 内部包含用作程序存储器的 4 KB 的 EPROM。

表 1-1 为 MCS-51 系列单片机的典型芯片及功能特性。芯片名称末尾为 1 的称为普通型,末尾为 2 的称为增强型。

表 1-1

MCS-51 系列单片机的典型芯片及功能特性

系 列	典型芯片	I/O 口	定时器/计数器	中断源	串行口	片内 RAM	片内 ROM
51 子系列	80C31	4 × 8 位	2 × 16 位	5	1	128 字节	无
	80C51	4 × 8 位	2 × 16 位	5	1	128 字节	4 KB 掩膜 ROM
	87C51	4 × 8 位	2 × 16 位	5	1	128 字节	4 KB 掩膜 ROM
	89C51	4 × 8 位	2 × 16 位	5	1	128 字节	4 KB 掩膜 ROM
52 子系列	80C32	4 × 8 位	2 × 16 位	6	1	256 字节	无
	80C52	4 × 8 位	2 × 16 位	6	1	256 字节	8 KB 掩膜 ROM
	87C52	4 × 8 位	2 × 16 位	6	1	256 字节	4 KB 掩膜 ROM
	89C52	4 × 8 位	2 × 16 位	6	1	256 字节	4 KB 掩膜 ROM

MCS-51 系列单片机优异性价比使得它从面世以来就获得用户的认可。在单片机家

族中,80C51 系列是其中的佼佼者。Intel 公司将 80C51 单片机的内核以专利互换或出售的方式转让给其他公司,如 PHILIPS、ATMe1、NEC 等。因此,目前有很多公司在生产以 80C51 为内核的单片机,这些单片机在保持与 80C51 单片机兼容的基础上,改善了 80C51 单片机的许多特性。这样,80C51 就成为有众多制造厂商支持的、在 CMOS 工艺基础上发展出上百品种的大家族,现统称为 80C51 系列。

2. 基本特性

MCS-51 系列单片机基本特性如下:

- (1) 8 位 CPU,含片内振荡器。
- (2) 4 KB 的程序存储器 ROM。
- (3) 128 B 的数据存储器 RAM。
- (4) 64 KB 的外部程序存储器寻址能力。
- (5) 64 KB 的外部数据存储器寻址能力。
- (6) 32 根输入/输出(I/O)线。
- (7) 2 个 16 位定时器/计数器。
- (8) 1 个全双工异步串行口。
- (9) 5 个中断源,2 个优先级。
- (10) 具有位寻址功能。

二、AT89 系列单片机

1. 产品简介

Atmel 公司推出的 AT89 系列单片机与 8051 单片机兼容,其内部主要含有:8051CPU、振荡电路、总线控制器件、定时器/计数器、中断控制器、并行 I/O 口、串行 I/O 口、片内 RAM、特殊功能寄存器等。AT89 单片机的特点有:

(1) 内部含有 4 KB 或 8 KB 可重复编程的 Flash 存储器。这一特点使得该系列单片机的开发过程比较简单,可以十分方便地修改程序,大大缩短了系统的开发周期。

(2) 与 MCS-51 单片机兼容。无论是指令还是芯片引脚都与 MCS-51 单片机兼容,所以,在使用 MCS-51 单片机的系统中,可直接用具有相同引脚的 AT89 系列单片机代替 MCS-51 系列单片机芯片。

(3) 具有节电工作方式。AT89 系列单片机具有掉电和空闲两种节电工作方式,在系统只需要保护内存数据时可使单片机工作在节电工作方式,可大大降低系统的功耗。

表 1-2 为 AT89 系列单片机常用产品特性一览表。

表 1-2

AT89 系列单片机常用产品特性一览

型号	片内存储器		I/O 口线	定时器/计数器	模拟比较器	中断源	串行口
	ROM	RAM					
89C1051	1 KB E ² PROM	64 B	15	1 个 16 位	1 个	3 个	无
89C2051	2 KB E ² PROM	128 B	15	2 个 16 位	1 个	5 个 2 级	UART
89C51	4 KB E ² PROM	128 B	32	2 个 16 位	无	5 个 2 级	UART
89C52	8 KB E ² PROM	256 B	32	3 个 16 位	无	5 个 2 级	UART

AT89 系列单片机分为如下三类:

① 标准型单片机。标准型单片机有 89C51、89LV51、89C52、89LV52 等型号,与 MCS-51 单片机兼容。89C51 为基本型号,89LV52 是 89C52 的低电源电压型号。

② 低档型单片机。低档型单片机有 AT89C1051、AT89C2051、AT89C4051 等型号。其 CPU 内核与 89C51 相同,但并行 I/O 口线较少,采用 DIP20 封装。

③ 高档型单片机。高档型单片机有 AT89S82、AT89S52 等型号,增加的功能有 8 KB 可下载的 Flash 存储器、9 级中断响应能力、串行外设接口 SPI 功能、含有 Watchdog 定时器等。

2. AT89C51 单片机基本特性

AT89C51 作为 AT89 系列单片机的标准机型,有双列直插式封装和方形封装两种形式。其内部含有 4KB 的 FLASH 型只读存储器,引脚与 8051 完全兼容,指令也完全一样。目前许多嵌入式控制系统使用了这种芯片。其主要性能特点如下:

(1) 片内有 4 KB Flash 存储器,可循环擦写 1 000 次,内部数据可保存 10 年,具有 3 级加密保护。

(2) 全静态工作:0 ~ 24 MHz。

(3) 空闲状态维持低功耗和掉电状态保存 Flash 存储器内容。

(4) 其他资源与 8031 单片机完全兼容。

3. AT89S51/52 单片机特性

与 MCS-51 单片机指令集兼容,同时内部包含用作程序存储器的 4 KB(8 KB)的基于 Flash 技术的只读存储器。采用这款芯片既克服了采用 8031 需要添加外部程序存储器导致电路复杂的缺点,又克服了采用 8751 导致电路制作成本高的缺点。

相对于 89C51、89S51/52 的性能及特点如下:

(1) 与 MCS-51 产品指令系统完全兼容。

(2) 片内有 4 KB(8 KB)在系统编程(ISP)Flash 存储器。

(3) 1 000 次擦写周期。

(4) 4.0 ~ 5.5 V 工作电压范围。

(5) 全静态工作模式:0 ~ 33 MHz。

(6) 程序存储器具有 3 级加密保护。

(7) 128 个字节(256 字节)的内部 RAM。

(8) 32 条可编程 I/O 口线。

(9) 2 个(3 个)16 位定时器/计数器。

(10) 中断结构具有 6 个(8 个)中断源和 2 个优先级。

(11) 可编程全双工串行通信。

(12) 低功耗空闲和掉电模式。

(13) 看门狗(WDT)及双数据指针。

(14) 具有 JTAG 接口,可方便地在线编程或在系统编程。

80C51 系列单片微机包括 Intel 公司的 MCS-51 单片微机,也包括以 8051 为核心单元的世界许多公司生产的单片微机,例如 PHILIPS(飞利浦公司)的 83C552 及 51LPC 系列等、SIEMENS(西门子公司)的 SAB80512 等、AMD(先进微器件公司)的 8053 等、OKI(日本冲电气

公司)的 MSM80C154 等、DALLAS 公司的 DS5000/DS5001 等、华邦公司的 W78C51 及 W77C51 等。

任务四 了解单片机的应用

单片机以其卓越的性能,得到了广泛的应用,已深入各个领域。单片机应用在检测、控制领域中,具有如下特点:

(1)小巧灵活、成本低、易于产品化。它能方便地组装成各种智能测控设备及各种智能仪器仪表。

(2)可靠性好、适应温度范围宽。单片机芯片本身是按工业测控环境要求设计的,分为民品、工业品、军品,其中工业品、军品具有较强的适应恶劣环境的能力。

MCS-51 系列单片机的民品、工业品、军品的使用温度范围如表 1-3 所示。

表 1-3

民品、工业品、军品的使用温度范围

民 品	0 ℃ ~ 70 ℃
工业品	-40 ℃ ~ 85 ℃
军 品	-65 ℃ ~ 125 ℃

设计者可根据不同的应用环境温度的需要来选择不同的品种。

(3)易扩展,很容易构成各种规模的应用系统,控制功能强。单片机的逻辑控制功能很强,指令系统有各种控制功能的指令。

(4)可以很方便地实现多机和分布式控制系统。

单片机的应用范围很广,在下述的各个领域中得到了广泛的应用:

1. 工业自动化

在自动化技术中,无论是过程控制、数据采集还是测控技术,都离不开单片机。在工业自动化的领域中,机电一体化技术将发挥愈来愈重要的作用,在这种集机械、微电子和计算机技术为一体的综合技术(如机器人技术)中,单片机将发挥非常重要的作用。

2. 智能仪器仪表

目前,对仪器仪表的自动化和智能化要求越来越高。在智能仪器仪表中,单片机应用十分广泛。单片机的使用有助于提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构,减小体积而易于携带和使用,加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化方向发展。

3. 消费类电子产品

该应用主要反映在家电领域。目前,家电产品的一个重要发展趋势是不断提高其智能化程度。例如,洗衣机、电冰箱、空调机、电视机、微波炉、手机等。在这些设备中使用了单片机后,其功能和性能大大提高,并实现了智能化、最优化控制。

4. 通信方面

在调制解调器、程控交换技术以及各种通信设备中,单片机得到了广泛的应用。

5. 武器装备

在现代化的武器装备(如飞机、军舰、坦克、导弹、鱼雷制导、智能武器装备、航天飞机导航

系统等)中,都有单片机的深入应用。

6. 终端及外部设备控制

计算机网络终端设备以及计算机外部设备,如银行终端打印机、硬盘驱动器、绘图机、传真机、复印机等,也都使用了单片机。

7. 多机分布式系统

可用多片单片机构成分布式测控系统,它使单片机的应用进入了一个新的水平。

综上所述,从工业自动化、智能仪器仪表、家用电器等领域,到国防尖端技术领域,单片机都发挥着十分重要的作用。

项目二

指令系统及汇编语言程序设计

任务一 单片机的汇编语言与指令格式

一、有关指令与程序的基本概念

指令是规定计算机进行某种操作的命令。一条指令只能完成有限的功能,为使计算机完成一个较为复杂的功能就必须使用一系列的指令。计算机所能执行的全部指令的集合称为该计算机的指令系统。

程序是指人们按照自己的思维逻辑,使计算机按照一定的规律进行各种操作,实现某种特定的控制功能而编制的有关指令的集合。编制程序的过程就叫做程序设计。

程序设计语言是实现人机相互交换信息(对话)的基本工具,它可分为机器语言、汇编语言和高级语言3种。

1. 机器语言

由于计算机只能识别二进制数,所以计算机的指令均由二进制代码组成。为了阅读和书写方便,常把它写成十六进制形式,通常称这样的指令为机器指令。用机器指令编写的程序称为机器语言程序或指令程序,又因为计算机最终只能识别和执行这种形式的程序,故也称为目标程序。

2. 汇编语言

由于机器指令用一系列二进制编码表示,即便写成十六进制形式也不易记忆,不易查错,不易修改。为了克服这些缺点,人们用一系列有定义的符号来表示这些二进制编码指令,这种符号称为助记符。助记符是用英文缩写来描述指令的特征,便于记忆。这种用助记符形式来表示的机器指令称为汇编语言指令。用汇编语言指令编写的程序称为汇编语言程序。

3. 高级语言

高级语言是一种面向过程而独立于计算机硬件结构的通用计算机语言,如C语言等。这些语言是参照数学语言而设计的近似于日常会话的语言,使用者不必了解计算机的内部结构。因此,它比汇编语言更易学、易懂,而且通用性强,易于移植到不同类型的计算机上。

高级语言不能被计算机直接识别和执行,它需要翻译为机器语言,这一翻译工作通常称为编译或解释。进行编译或解释的程序称为编译程序或解释程序。

二、汇编语言

MCS-51单片机程序设计中应用的计算机语言主要是机器语言和汇编语言。

作为对比,下面分别用机器指令和汇编语言指令编写两行程序:

机器指令	汇编语言指令
74 02	MOV A, #02H
21 17	ADD A, #17H

显然,右侧的汇编语言程序比左侧的两组数字要容易理解和记忆。

汇编语言属于某种计算机所独有,而且是与计算机内部硬件结构密切相关的语言。与高级语言相比,其通用性差,但由于其具有占用存储空间少、执行速度快等优点,在单片机开发中仍占有重要位置。

汇编语言方便了人们的记忆和理解,但是计算机不能直接执行这种形式的指令,最终还是要将汇编语言形式的程序转换成计算机可以执行的机器语言形式的指令,这一转换过程称为汇编过程。完成转换通常有以下两种方式:

手工汇编:即当人们写完汇编形式的程序后,通过一定的方法(如查表),将汇编形式的指令转换为机器码。

机器汇编:由计算机软件完成从汇编程序到机器语言的转换,称为机器汇编。用于机器汇编的软件称为汇编程序。

汇编语言程序具有运算效率高、占用内存少的优点。因此,在采用微处理器的控制系统中,经常采用汇编语言。但汇编语言有一个特点,对CPU不是独立的,即不同的CPU有不同的指令系统,它们分别有自己的一套汇编语言。按这个机器指令系统编写的汇编语言程序不能直接用于另一台机器。但是掌握了一种机器的汇编语言后,学习其他机器的汇编语言就很容易了。

汇编语言源程序是由一系列的指令和伪指令组成的,而每个指令一般由4部分组成,即标号、操作码、操作数和注释。每两个部分之间要用分隔符隔开,而每一部分内部不采用分隔符。可以采用的分隔符有空格、冒号(:)、分号(;)。空格的数目可以不止一个,计算机键盘上的表格键“Tab”,每按一次移动八个空格(包括已输入的字符),也可以用作分隔符。

汇编语言源程序中指令的一般形式为:

[标号]:操作码 操作数 ;注释

其中,标号和操作码之间用“:”作分隔符,也可再加上若干空格;操作码和操作数之间用空格作分隔符;注释之前用“;”作分隔符。方括号[]在实际程序中并不书写,也不会输入到计算机里,只表示方括号内的项是任选项,此项可有可无,若不需要时,在某一行可以不包括此项。

若在输入时使用表格键“Tab”,则汇编语言源程序的形式为:

[标号:](Tab)操作码(Tab)[操作数](Tab)[;注释]

这样可以使每一部分都占用固定的位置,整个程序打印出来非常整齐。

对有些指令,操作数可能不止一个,有两个甚至三个,在输入计算机时,各操作数之间也要加分隔符。

1. 标号

标号由8个或8个以下的字母或数字构成。

标号的第一个字符必须是字母。另外,还允许使用一个下划线“_”,注意,不是减法符号“-”。其他的符号都不允许在标号中使用。