



高职高专“十二五”规划教材

单片机 原理与应用

SINGLE CHIP MICROCOMPUTER
PRINCIPLES AND APPLICATIONS

主编 刘云朋 邢文生 王 浩

主审 靳孝峰



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

高职高专“十二五”规划教材

单片机原理与应用

SINGLE CHIP MICROCOMPUTER PRINCIPLES AND APPLICATIONS

主 编 刘云朋 邢文生
王 浩

副主编 赵新藻 田海丽
段向东 龙意忠

主 审 靳孝峰



内容提要

本书依据高等职业学校单片机课程教学内容的基木要求和实际需要编写而成。本书以 51 系列单片机为主要对象,从系统组成和工程实践角度出发,详细介绍了 51 系列单片机的结构、指令系统、汇编及 C 语言程序设计,并对应用系统设计、开发、调试做了较深入的讨论。本书主要内容包括绪论、51 单片机的硬件结构、C51 程序设计、单片机的 I/O 口编程、单片机的中断系统、单片机的定时器/计数器、51 单片机串行接口、单片机与外部设备的总线技术、单片机应用系统设计技术、单片机汇编指令系统及编程共 10 章内容。且书中给出了大量的例题和习题,书后给出了附录,以便于学生自学。

本书适合高职高专计算机、信息技术、电子、电气及自动化等专业作为“单片机原理及应用”课程教材使用,也作为普通高等学校应用型本科相关专业的教材以及工程技术人员的技术参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/刘云朋,邢文生,王浩主编. —天津:
天津大学出版社,2012.6

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5618-4340-6

I. ①单… II. ①刘…②邢… 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(2012)第 069758 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022—27403647 邮购部:022—27402742

网址 publish.tju.edu.cn

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 185mm×260mm

印张 17.5

字数 437 千

版次 2012 年 6 月第 1 版

印次 2012 年 6 月第 1 次

定价 34.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

单片机应用日益广泛,已成为现代电子系统中最重要的智能化核心部件。为了尽快推广单片机应用技术,为科技人员在单片机软件、硬件的开发与应用方面打下良好的基础,特编写此书作为教材和自学参考书。本书依据高等学校单片机技术课程教学内容的基本要求而编写,编写时充分考虑到单片机技术的飞速发展,加强了单片机技术新理论、新技术和新器件及其应用的介绍。本书既有严密完整的理论体系,又具有较强的实用性。本书的编写原则是知识够用、知识点新、应用性强,以利于理解和自学。

本书是高等职业学校规划教材之一。本书参考教学学时为 64 学时,可以根据教学要求适当调整教学学时。本书具有以下特点:

- ①反映了单片机技术的新发展,以 51 单片机为主讲解,并适当介绍 52 子系列单片机;
- ②以 C 语言为准讲解,适当介绍了汇编指令和汇编语言;
- ③考虑到单片机产品的资源越来越丰富,删去了存储器及 I/O 口的扩展内容,详细介绍了串行总线技术;
- ④大量的实例简单易懂、适用性强,软、硬件齐全,使读者能够在软件和硬件两个方面相结合的基础上更加深入地掌握其技术,以达到举一反三的目的,为掌握 51 单片机硬软件使用的技巧、单片机的开发和应用以及学习其他单片机打下坚实的基础;
- ⑤理论与实践紧密结合,相辅相成,某些理论内容则有意让读者通过实践来掌握,以调节教学节律,利于深化理解及实际技能的提高;
- ⑥内容编排上,顺序合理,逻辑性强,可读性强,力求简明扼要、深入浅出、通俗易懂,读者更易学习和掌握。

本书以编者多年来从事单片机教学和应用系统开发的经验与体会为基础,并参阅大量的同类书籍编写而成。参加本书编写的人员均为长期从事单片机技术教学的一线教师,具有丰富的教学经验。本书由焦作大学靳孝峰教授组织编写,负责制定编写要求和详细的内容编写目录,并对全书进行统稿和定稿。焦作大学刘云朋、邢文生和威海职业学院王浩担任主编;河南机电高等专科学校赵新冀、郑州城市职业学院田海丽、郑州旅游职业学院段向东、信阳农业高等专科学校龙意忠担任副主编。王浩、王春霞、刘晓莉对书中所有程序和实训内容进行了验证。其中,第 1、2 章及附录由赵新冀编写,第 3、5 章由龙意忠编写,第 4 章由田海丽编写,第 6、7 章由刘云朋编写,第 8、9 章邢文生编写,第 10 章由段向东编写。

本书的编写得到了天津大学、郑州大学、焦作大学、威海职业学院、河南机电高等专科学校、郑州城市职业学院、郑州旅游职业学院、信阳农业高等专科学校等兄弟院校的大力支持和热情帮助,天津大学出版社的工作人员为本书的成功出版付出了艰辛的劳动。编者在此对为本书成功出版作出贡献的所有工作人员表示衷心的感谢。同时对本书所用参考文献的作者表示诚挚的谢意。

教材中一定还有许多不完善之处,敬请读者批评指正,以便不断改进。有兴趣的读者可以发送邮件到 jxfeng369@163.com、jzxws@126.com 与作者进一步交流,也可以发送邮件到 hxj8321@126.com 与策划编辑进行交流。(本教材配有课件)

编者

2012 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 什么是单片机	1
1.2 单片机的标号信息及封装形式	3
1.3 单片机的优点	4
1.4 单片机系统的组成及单片机的应用领域	5
1.5 学习 51 系列单片机的原因	7
1.6 单片机系统的开发过程	7
1.7 如何学好单片机	8
习题	9
第 2 章 51 单片机的硬件结构	10
2.1 51 单片机引脚定义及功能	10
2.2 51 单片机的内部组成	16
2.3 单片机最小系统	17
2.4 单片机存储结构及寄存器	20
2.5 单片机的工作过程	25
2.6 组装与焊接单片机最小系统(实训一)	26
2.7 单片机的编程	29
习题	30
第 3 章 C51 程序设计	31
3.1 C51 程序结构	32
3.2 C51 的数据类型	33
3.3 存储器类型及存储区	34
3.4 C51 对特殊功能寄存器(SFR)的定义	36
3.5 Keil C51 指针与函数	38
3.6 绝对地址访问	39
3.7 宏定义与 C51 中常用的头文件	40
3.8 C 语言的数制与常用运算符	45
3.9 C51 的流程控制语句	47
3.10 Keil uVision2 集成开发编程环境使用	49
3.11 Keil C51 编译器使用及程序下载(实训二)	55
习题	57
第 4 章 单片机的 I/O 口编程	58
4.1 单片机的 I/O 口编程语句介绍	58

4.2	简单控制单片机引脚输出(实训三)	59
4.3	使用 C 语言高级语句控制引脚输出(实训四)	64
4.4	单片机引脚信号的读出(实训五)	65
4.5	LED 数码管显示技术(实训六)	73
4.6	根据液晶的时序图进行编程(实训七)	80
4.7	根据说明书对 128×64 汉字液晶显示模块进行编程	89
4.8	使用 ADC0832 接收模拟量数据(实训八)	98
4.9	使用 TLV5618 输出模拟量数据(实训九)	102
第 5 章	单片机的中断系统	107
5.1	什么是中断	107
5.2	51 单片机的中断源	108
5.3	51 单片机中断的相关控制寄存器	108
5.4	C 语言中断程序的写法	111
5.5	有外部中断功能的按键系统(实训十)	114
5.6	单片机中断编程	114
	习题	116
第 6 章	单片机的定时器/计数器	118
6.1	定时器/计数器的结构及功能	118
6.2	定时器/计数器相关的控制寄存器	120
6.3	定时器/计数器的工作模式	121
6.4	C 语言对定时器/计数器的编程	124
6.5	用定时器/计数器 T0 作跑马灯(实训十一)	131
6.6	用定时器/计数器的计数方式编程	132
6.7	定时器/计数器的应用进阶	134
6.8	使用定时器中断对红外线遥控器解码(实训十二)	134
6.9	52 系列单片机的 T2 定时器应用	140
	习题	145
第 7 章	51 单片机串行接口	146
7.1	串行通信基础知识	146
7.2	串行口及其有关的寄存器	148
7.3	串行接口的工作方式	150
7.4	通信波特率的设定	152
7.5	串行通信的编程	154
7.6	串口方式 0 编程实例(实训十三)	155
7.7	串口方式 1 编程实例(实训十四)	156
7.8	工程中串行通信的几种接口标准	158
7.9	单片机与计算机的 RS-232C 口通信(实训十五)	161
	习题	163

第 8 章 单片机与外部设备的总线技术	165
8.1 I ² C 总线接口	165
8.2 单片机读写 AT24C0X 的程序(实训十六)	168
8.3 SPI 接口	173
8.4 Microwire 接口	177
8.5 单片机读写 E ² PROM 芯片 93C66(实训十七)	180
8.6 1-Wire 接口	183
8.7 DS18B20 的编程(实训十八)	186
8.8 USB 接口	189
习题	192
第 9 章 单片机应用系统设计	193
9.1 单片机系统与传感器	193
9.2 光电隔离技术	194
9.3 单片机驱动低压电器	195
9.4 单片机的看门狗电路	198
9.5 单片机的低功耗工作方式	199
9.6 单片机控制系统设计实例	201
习题	210
第 10 章 单片机汇编指令系统及编程	211
10.1 单片机汇编指令系统概述	211
10.2 汇编语言的伪指令	212
10.3 51 单片机的寻址方式	215
10.4 常用指令系统及应用举例	220
10.5 汇编语言程序设计举例	248
10.6 在 C 语言程序中加入汇编指令	257
习题	260
附录 单片机的软件模拟仿真调试	263
参考文献	270

第1章 绪论

本章要点

- 了解什么是单片机。
- 熟悉 51 单片机的功能。
- 了解单片机系统的开发过程。

1.1 什么是单片机

什么是单片机？这是很多初学者在刚开始接触单片机的时候经常问的问题。用专业术语讲，单片机就是在一块半导体芯片上集成了 CPU、存储器及输入输出接口的芯片，这样该芯片就具有了计算机的功能，因而被称为单片微型计算机，简称单片机。单片机与计算机一样有处理信息的功能，能够按照编制的程序来处理事件。生活中许多设备的智能控制部分都是由单片机来实现的，例如豆浆机、微波炉、电子血压计、自动洗衣机等。单片机的智能处理能力给我们的生活带来方便，并且应用越来越广泛。

单片机实质上是一个芯片，它的结构与指令功能都是根据工业控制要求设计的，故又称为微控制器 (Micro-Controller Unit, 简称 MCU)。单片机的一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器、并行 I/O 接口、中断控制器和串行接口等部件，从而构成了微型计算机系统。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。

一台能够工作的计算机包括下面几个部分：CPU、内存、硬盘、I/O 口。在计算机上，这些硬件是独立的，并使用主板将它们连接起来。而对于单片机来说，这些部分被集成在一块集成电路芯片中。

下面是单片机结构与计算机结构的比较：

- ① CPU——负责对数据进行计算，与计算机的 CPU 功能一样；
- ② ROM——程序存储器，用于程序存储，相当于计算机的硬盘；
- ③ RAM——数据存储器，用于数据存储，相当于计算机的内存；
- ④ I/O 口——输入输出引脚，用于信息收集和输出。

小知识

在个人计算机中，上述这些器件被分成若干部分，安装在被称为主板的印刷线路板上。而对于单片机，这些器件被做到一块集成电路芯片中，所以就称为单片机。

51 单片机包含了微型计算机应该有的基本部件，因此它本身就是一个简单的微型计算机系统，具有智能处理能力。

图 1.1 所示是 AT89S51 单片机的实物图，可以看出单片机是一块芯片，有许多引脚，有

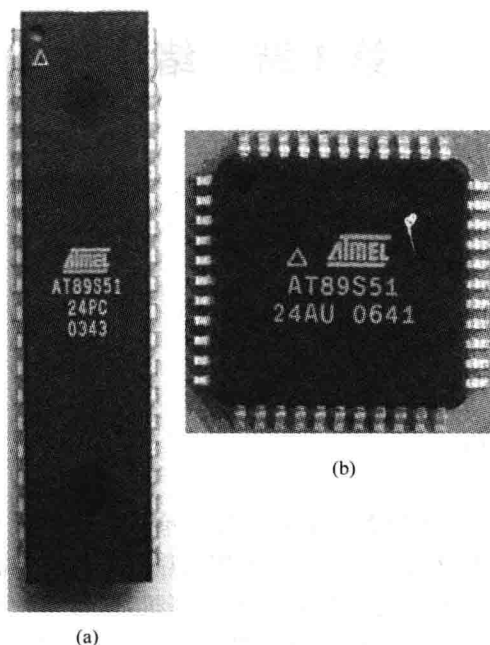


图 1.1 AT89S51 单片机的实物图

现在单片机的种类和型号很多。MCS-51 单片机是 INTEL 公司的一个系列单片机的总称,以其典型的结构、完善的总线、特殊功能寄存器的集中管理方式、位操作系统和面向控制的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。

INTEL 公司将 MCS-51 单片机的核心技术授权给了其他很多公司,现在已经有 50 多个芯片公司拿到生产 8051 内核单片机的版权。由于只有 8051 内核不足以形成价格和技术的竞争力,因此各个公司都附加了一些功能进行销售,比如 USB 接口、集成 A/D 和 D/A 转换器、片内 Flash 存储器、追加 FPGA 和片上系统(System on Chip, SoC)、高速等功能。

小知识

51 系列单片机家族核心都是基于 8031 内核的,很多单片机是在此核心上进行了性能扩展或减少。

如 89C51 把程序存储器放在内部,AT89S52 增加了 RAM, W77E58 改变了时钟时序。

又如 PHILIPS 公司生产的 8XC552 系列单片机对多个部分进行了增强:多 1 个附加的 16 位定时器/计数器,并配有 4 个捕捉寄存器和比较寄存器;增加了 8 路 10 位片内 A/D 转换器;增加了 2 路 8 位分辨率的脉冲宽度调制解调器输出 PWM;增加了 1 个 8 位并行 I/O 口和 1 个与 A/D 合用的输入口;集成有 I²C 串行总线口;增加了内部监视定时器 WDT;中断源是 15 个;有 56 个特殊功能寄存器。

8051 是 MCS-51 系列单片机的典型品种。众多单片机芯片生产厂商以 8051 为基核开发出的 CHMOS 工艺单片机产品统称为 80C51 系列。

当前常用的 80C51 系列产品主要有 ATMEL 公司的 89C51、89C52、89C2051、89C4051、89S51, INTEL 公司的 80C31、80C51、87C51、80C32、80C52、87C52, PHILIPS 公司的 P87(89)x 系列, 台湾 WINBOND 公司的 W77(78)x 系列、CYGNAL 公司的 C8051Fx 系列, 国内有中晶 STC 等。虽然这些产品在某些方面有一些差异, 但基本结构相同。

ATMEL 公司将 ATMEL 特有的 Flash 技术与 51 单片机内核结合在一起, 推出了 AT89C51 系列单片机(现升级为 AT89S51、AT89S52)。AT89 系列单片机不但具有一般 51 单片机的所有特性, 而且其 Flash 程序存储器可以用电擦除方式瞬间擦除、改写, 写入单片机的程序还可以进行加密, 能够对单片机进行上千次编程。AT89S51 已成为国内比较流行的单片机之一。

AT89S51 工作电压为 4~6 V, 通常封装为 DIP40 或 PLCC44, 工作频率最高为 33 MHz, 有 4 KB Flash 程序存储器、256 KB 数据存储器、2 个定时器/计数器、看门狗电路、ISP 编程。本教材以 AT89S51 单片机来完成一系列的实验。

小知识——现在的单片机能够进行千次以上编程

51 系列单片机都是以 51 内核为基础, 51 系列的单片机都支持 51 内核最基本的功能。本教材只讲授 51 基本内核, 程序可以移植到任何 51 系列的单片机上。

89C51 含有 4 KB 的 EPROM, 而 89S52 含有 8 KB 的 Flash 程序存储器。8 KB Flash 一般已经够用, 通常无须外扩程序存储器。

Flash 程序存储器理论上可写入次数为 1 000 次以上, 可以满足用户的实际需要。

1.2 单片机的标号信息及封装形式

1.2.1 单片机的标号信息

生产单片机的厂商很多, 单片机的型号更多。在单片机上面有产品的标号, 通过该标号能知道单片机的基本信息。例如图 1.1(a)所示的单片机上的标号为 AT89S51-24PC, 其每部分的含义如下:

AT——前缀, 表示芯片生产厂家, AT 为 ATMEL 公司生产的产品;

8——表示该芯片为 8051 内核芯片;

9——表示内部含 Flash E²PROM 存储器;

S——表示该芯片含有可串行下载功能的 Flash 存储器, 即具有 ISP 可在线编程功能, 89C51 中的“C”表示该器件为 CMOS 产品, 还有如 89LV52 和 89LE58 中的“LV”和“LE”都表示该芯片为低电压产品(通常为 3.3 V 电压供电);

5——固定不变, 表示 51 内核的单片机;

1——表示该芯片内部程序存储空间的大小, “1”为 4 KB, “2”为 8 KB, “3”为 12 KB, 即该数乘上 4 KB 就是该芯片内部程序存储空间大小;

24——表示芯片的最高工作频率, 单位为 MHz;

PC——表示芯片的封装形式和芯片的环境级别。

表 1.1 举例说明了 AT89S51 芯片上标号所表示的含义。可以看出, 同样的 AT89S51 芯

片,封装形式、最高工作频率、芯片使用级别是不一样的。对于初学者,购买芯片时要注意芯片上的标号是否适合工程的需要,特别是封装形式。

表 1.1 AT89S51 芯片上标号的含义

标号	最高工作频率	供电电压范围	封装形式	芯片级别
AT89S51-33AC	33 MHz	4.0~5.5 V	44 脚 TQFP	商用(0~70 ℃)
AT89S51-24JC	24 MHz	4.0~5.5 V	44 脚 PLCC	商用(0~70 ℃)
AT89S51-24PC	24 MHz	4.0~5.5 V	40 脚 DIP	商用(0~70 ℃)
AT89S51-24AI	24 MHz	4.0~5.5 V	44 脚 TQFP	工业级(0~85 ℃)
AT89S51-24PI	24 MHz	4.0~5.5 V	40 脚 DIP	工业级(0~85 ℃)

1.2.2 单片机的封装形式

常见的单片机封装形式有如下几种。

1. 双列直插式封装 (Dual Inline Package, DIP)

DIP 是指双列直插形式的封装。绝大多数中小规模的集成电路芯片都采用这种封装形式,其引脚数一般不超过 100 个。如图 1.1(a)所示,采用 DIP 封装的 CPU 芯片有两排引脚,需要插入到对应的芯片插座上,也可以直接插入电路板上进行焊接。

2. 带引线的塑料芯片封装 (Plastic Leaded Chip Carrier, PLCC)

PLCC 是指带引线的塑料芯片形式的封装,是表面贴型封装形式之一,外形呈正方形,引脚从封装的四个侧面引出,呈丁字形,如图 1.1(b)所示,外形尺寸比 DIP 封装小得多。该封装具有外形尺寸小、可靠性高的优点,适合用于 SMT 表面安装技术的布线。

3. 塑料方型扁平式封装 (Quad Flat Package, QFP) 和塑料扁平组件式封装 (Plastic Flat Package, PFP)

QFP 与 PFP 两者可统一为 PQFP(Plastic Quad Flat Package),QFP 封装的芯片引脚之间距离很小,引脚很细,一般大型或超大型集成电路采用这种封装形式。该形式封装的芯片必须采用 SMD(表面安装设备技术)将芯片与主板焊接起来。采用 SMD 安装的芯片不必在主板上打孔,一般在主板表面上有设计好的相应引脚的焊点。

单片机还有其他多种封装形式,在此不再赘述,封装材料一般为金属、陶瓷和塑料。

1.3 单片机的优点

单片机具有独特优点,在实际中得到广泛应用。一块单片机芯片就是一台计算机,因其价格低、体积小,可以承担一些计算机不适合完成的工作。其优点可以归纳为以下几个方面。

1. 优异的性能价格比

高性能、低价格是单片机最显著的特点。为了提高速度和执行效率,有些单片机采用了 RISC 和 DSP 的设计技术,使单片机的性能明显优于同类型微处理器,单片机内存 RAM/ROM 的存储和寻址能力都有很大突破。另外,单片机用量大、适用范围广、通用性好,各生产公司都在提高性能的同时能够进一步降低价格。

2. 集成度高、体积小、质量轻、可靠性高

单片机是尽可能地把工程应用所需要的各种功能部件都集成在一块芯片内,因此体积很小。单片机内部采用总线相互连接,大大提高了单片机的可靠性和抗干扰能力。另外,其体积小、质量轻,对于强磁场环境易于采取屏蔽措施,适合在恶劣环境下工作。

3. 控制功能强

单片机体积虽小,但“五脏俱全”,它非常适合于控制工程。为了满足工业控制要求,单片机的指令系统中有很丰富的转移指令、逻辑操作指令以及位处理指令。单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微型计算机。

4. 低电压、低功耗

单片机大量用于便携式产品和家用消费类产品,因此其低电压、低功耗特性尤为重要。许多单片机已可以在 2.2 V 电压下运行,有的已能在 1.2 V 或 0.9 V 电压下工作,一粒纽扣电池就可以使之长期工作。

单片机的独特优点使其得到了迅速推广及应用。目前,单片机已成为测量控制应用系统中的优选机种和新电子产品的关键部件。世界各大电气厂商、测控技术企业、机电行业,竞相把单片机用于产品更新,作为实现数字化、智能化的核心部件。随着单片机性能的提高和功能的增强,现已广泛应用于家用电器、机电产品、办公自动化产品、机器人、儿童玩具、航天器等领域。

1.4 单片机系统的组成及单片机的应用领域

1.4.1 单片机系统的组成

单片机可以实现什么功能? 主要应用在哪些领域? 以上两个问题是必须了解的知识。

单片机是一种控制芯片,加上电源、传感器、液晶显示器、电机驱动等外围应用电路就成了单片机控制系统。在控制系统中,单片机用来完成开关量和模拟量的采集,再计算和处理,然后输出控制信号来控制设备,如图 1.2 所示。

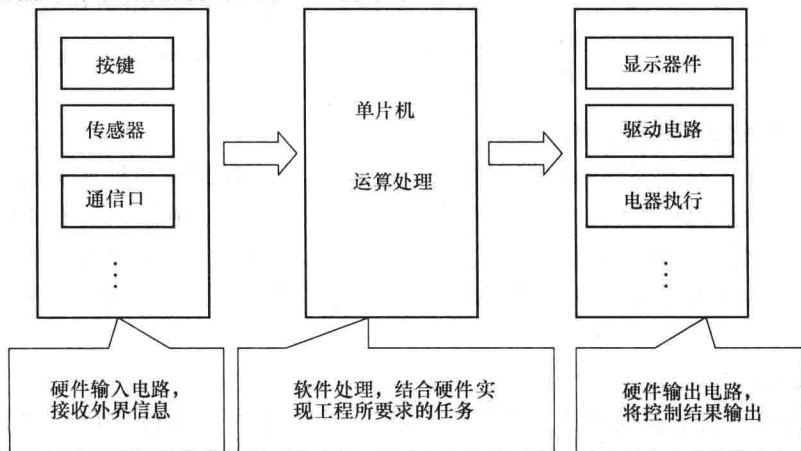


图 1.2 单片机控制系统的组成

单片机应用系统是以单片机为核心,加上输入、输出、显示、控制等外围电路,能实现某种功能的系统。单片机应用系统由硬件部分和软件部分组成,硬件是应用系统的基础,软件则在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用,两者结合完成应用系统所要求的任务,二者相互依赖、缺一不可。

单片机能够干什么?

单片机与计算机一样,都能够对收集到的信息按照控制要求进行处理,并将处理结果输出。与计算机不一样的是单片机信息的输入、输出都是通过单片机的引脚来实现。

单片机已经无处不在,已经渗透到生活的方方面面。单片机的特点是集成度高、体积小,内部结构是普通计算机系统的简化。在增加一些外围电路之后,就能成为一个完整的智能系统。比如,常见的电子秤,内部就安装了一块单片机,再加上传感器、显示器和其他附加电路,就形成了一个单片机应用系统。

1.4.2 单片机的应用领域

单片机是应工业测控需要而产生的,在军事及家用电器等各个领域均得到了广泛的应用。单片机的典型应用领域如下。

1. 在智能仪器仪表中的应用

由单片机构成的智能仪器仪表,集测量、处理、控制功能于一体,具有各种智能化功能,如存储、数据处理、查找、判断、联网和语音等。智能仪器仪表具有数字化、智能化、多功能化、精度高以及硬件结构简单等优点。通过用单片机软件编程技术,使长期以来测量仪表中的误差修正、线性化处理等难题迎刃而解。智能仪器仪表具有很好的性能价格比,代表了仪器仪表的发展趋势。目前各种传感器、变送器、控制仪表已普遍采用单片机应用系统。

2. 在机电一体化中的应用

机电一体化是机械工业的发展方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体,具有智能化特征的电子产品。单片机与传统机械产品相结合,使传统机械产品的结构简化、控制智能化,构成了新一代机电一体化产品。目前,利用单片机构成的智能产品已广泛应用于家用电器、医疗设备、汽车、办公设备、数控机床、纺织机械、工业设备等行业。单片机控制器的引入,不仅使产品的功能大大增强、性能得到提高,而且获得了良好的使用效果。

3. 在实时过程控制中的应用

单片机广泛用于各种实时过程控制系统中,例如工业过程控制和过程监测、航空航天、尖端武器、机器人系统等各种实时控制系统,都是用单片机作为控制器。用单片机实时进行数据处理和控制,能使系统保持最佳工作状态,具有工作稳定可靠、抗干扰能力强等优点。目前单片机在各种工业测控系统、数据采集系统中被广泛采用,如炉温恒温控制系统、电镀生产自动控制系统等。

4. 在智能接口中的应用

计算机系统,特别是较大型的工业测控系统中,除通用外部设备(如打印机、键盘、磁盘、CRT)外,还有许多外部通信、采集、多路分配管理、驱动控制等接口。这些外部设备与接口如

果完全由主机进行管理,势必造成主机负担过重,降低运行速度,接口的管理水平也不可能提高。如果用单片机进行接口的控制与管理,单片机与主机可并行工作,会大大地提高系统的运行速度。同时,由于单片机可对接口信息进行加工处理,可以大量减少接口界面的通信密度,极大地提高接口控制管理水平。在一些通用计算机外部设备上已实现了单片机的键盘管理、打印机控制、绘图仪控制、硬盘驱动控制等。

5. 在日常生活中的应用

目前国内外各种家用电器普遍采用单片机代替传统的控制电路。例如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电视机、音响以及许多高级电子玩具都配有单片机,从而提高了自动化程度,增强了功能。当前家电领域的主要发展趋势是模糊控制,单片机是形成模糊控制的最佳选择。众多模糊控制家电产品的出现将使人们的日常生活更加方便舒服、丰富多彩。

6. 在办公自动化领域中的应用

在现代办公室中,办公自动化设备多采用单片机。例如计算机中的键盘和磁盘驱动器以及打印机、绘图仪、复印机、传真机和电话机等。

7. 在功能集散系统中的应用

多功能集散系统是为了满足工程系统多种外围功能的要求而设置的多机系统。所谓功能集散,是指工程系统中可以在任意环节上设置单片机功能子系统,体现了多机系统的功能分布。其中由计算机作为主机,许多单片机系统作为下位机。单片机采集控制信息上传给计算机,计算机处理数据后发出控制命令,单片机接收控制命令并执行。

1.5 学习 51 系列单片机的原因

51 系列单片机的 CPU 是 8 位处理器,其处理速度不高、结构简单。而现在的单片机种类层出不穷,功能也越来越强,好像 51 系列的单片机已经不符合现在的发展需求了,但为什么还要学习 51 系列单片机呢?原因有以下两点。

①在实际的控制工程中,并不是任何需要控制的场合都要求使用高性能的计算机系统,关键是看 CPU 是否能够满足控制要求。对于大部分的智能控制系统,51 单片机能够满足控制系统的功能需求,所以 51 单片机推出四十多年,依然没有被淘汰,并且还在不断地发展中。51 单片机有价格优势和丰富的开发资源,使其成为单片机的主流机型。8 位的 51 单片机在以后很长的一段时间内还有存在的空间。单片机具有很好的性能价格比。计算机的 CPU 很贵,单片机集成了这么多器件,价格会很贵吗?实际上单片机的价格从几元到几十元人民币。单片机的体积也不大,一般是用 40 引脚的 DIP40 封装,当然功能强一些的单片机也可能引脚比较多,功能少的只有 4 个引脚。

②51 系列单片机是一个通用的单片机,其内部的结构及工作原理与其他的单片机都是相通的。如果熟悉 51 单片机的结构和编程,以后使用其他型号的单片机时,只需要一个了解及熟悉的过程。

1.6 单片机系统的开发过程

通常开发一个单片机系统可按以下 6 个步骤进行。

①明确系统设计任务,完成单片机及其外围电路的选型工作。进行应用系统设计时,应先进行需求分析,根据应用需要确定系统规模,然后选择单片机的型号、存储器的容量以及外围接口芯片的型号。

②设计系统原理图和 PCB 板,仔细检查 PCB 板后送工厂制作。常用的设计软件为 Protel 99,在 Protel 下先设计原理图,然后转换为 PCB 图,根据 PCB 图由 PCB 板生产厂家加工 PCB 板。

③完成器件的安装焊接。将元器件焊接在 PCB 板上形成应用系统的目标板,设计人员要对目标板电路进行调试与测试,保证硬件电路正确。

④根据硬件设计和系统要求编写应用程序。

⑤在线调试软硬件。

⑥使用编程器烧写单片机应用程序,独立运行单片机系统。

进行单片机实验时,需要的硬件工具、软件开发环境见表 1.2。在实际学习中可以购买 51 单片机实验板,实验板已经将单片机、编程器、电源、数码管、存储器、液晶显示器、发光二极管等器件安装到电路板上,可以通过实验板练习单片机的所有功能。

表 1.2 进行单片机实验时需要的硬件工具和软件开发环境

器 件	功 能	备 注
Keil C 软件	编程	免费下载
计算机	程序的输入、调试、编译	
5 V 直流电源	单片机的电源	计算机的 USB 口能够提供 5 V 的电源,可以将 USB 连线进行改装
51 单片机	实验芯片	如 AT89S51
外围元器件	实现输入、输出操作	如二极管、数码管、液晶显示器、传感器
编程器	将计算机编译好的程序写到单片机中	
其他工具	万用表、焊接工具	

1.7 如何学好单片机

很多单片机初学者问“怎样才能学好单片机?”在这里依据自己多年的经验说明一下。

①单片机的选型。现在用得比较多的是 51 系列单片机,其内部结构简单、用的人较多、资料也比较全,非常适合初学者学习,所以建议将 51 单片机作为入门级的芯片。以后可以学习 PIC 系列、AVR 系列的单片机。

②学习单片机需要实际的开发板。单片机系统属于软硬件结合的系统,需要连接许多外围器件(如传感器、液晶显示器、电机等)。如果只看教材,使用单片机的仿真软件来学习单片机,是不可能学好单片机的。只有把硬件设备摆出来,亲自焊接外围器件,亲自编程操作这些硬件,才会有深刻的体会,才能理解单片机的功能。

学习单片机,要重视理论和实践的结合,理论知识以后各章会详细说明,而动手实践尤其

重要。关于实践器材,有两种方法可以选择。

方法一:购买一块单片机的学习板,不要求那种价格高、功能特别全的。对于初学者来说,建议有跑马灯、数码管、独立键盘、矩阵键盘、A/D 和 D/A、液晶显示器、蜂鸣器、I²C 总线、温度传感器等器件即可。如果上面提到的这些功能都能熟练应用,可以说对单片机的操作你已经入门了,剩下的就是练习设计外围电路,不断地积累经验。

方法二:自己购买元器件及编程器,焊接简单的最小系统板。对于初学者来说,如果焊接成功,对硬件就会有一定了解。

有了单片机学习板之后就要多练习,按照教材指定的顺序进行练习。

③软件和硬件哪个是学习单片机的基础?

学习单片机要兼顾软件和硬件,既要熟悉单片机的结构和指令系统,又要有一定的编程技巧。对于不同专业,对软件和硬件的要求有所不同,电子、电气等专业硬件和软件同样重要;信息及计算机类专业,作者认为软件是学好单片机的基础,因为这些专业一般都采用 C 语言编程,对单片机的结构及指令可以不做过多的理解。另外单片机的硬件是固定的,如驱动三相电机、温度传感器、变频器、液晶显示器、串行通信等。这些硬件如何与单片机连接以及单片机如何发出控制信号操作硬件,互联网上都能找到详细的资料,按照上面连接即可。

而如何编程组织这些硬件的工作过程是由工程现场决定的。如何组织程序,并使硬件按照我们的要求进行工作,这是单片机工程的大部分工作。具体的软件知识包括以下几个方面:系统分析,即分析系统控制的总体功能;控制思路,即设计如何使用单片机中断、定时器、串口通信等单片机资源来操作外围器件;绘制流程图,即根据控制思路绘制出主流程图、中断流程图;编辑 C 语言代码。

上面的软件知识是计算机类专业的专业课程,因此计算机专业学习单片机更有优势。因此许多高校将嵌入式专业归类到软件学院,如北京航空航天大学、北京理工大学。

④学习单片机开发是很枯燥的,需要有信心、恒心以及能坚持到底的精神。

习 题

1. 什么是单片机?
2. 简述单片机的功能及应用。
3. 比较计算机与单片机结构的共同点。
4. 说出单片机系统的开发过程。
5. 说出单片机开发时需要的硬件工具和软件开发环境。

第2章 51 单片机的硬件结构

本章要点

掌握 51 单片机的内部组成及各部分功能。

掌握 51 单片机的管脚功能。

理解 51 单片机的存储器结构。

理解 51 单片机的时钟电路与复位电路。

掌握 51 单片机最小系统的构建方法。

51 系列单片机的产品主要区别在存储器容量大小、有无 ROM、定时器/计数器和中断源的数目以及制造工艺等方面,它们的内部结构及引脚完全相同。本章以 AT89S51 为例介绍 51 单片机的硬件结构、性能、工作原理等。

2.1 51 单片机引脚定义及功能

51 单片机有 40 个引脚,如图 2.1(a)所示,从正面看,器件一端有一个半圆缺口,这是单片机正方向的标志。图 2.1(b)所示为 51 单片机的逻辑符号。

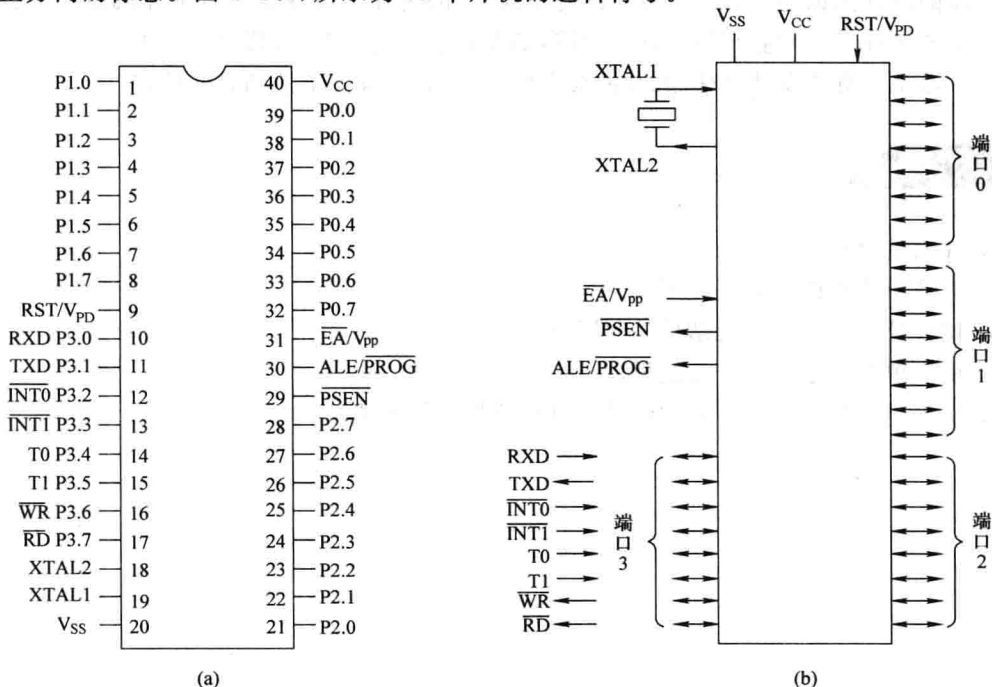


图 2.1 51 单片机的引脚排列