



普通高等教育“十二五”规划教材

单片机原理及应用

(C语言编程)

魏鸿磊 等 编

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

单片机原理及应用

(C语言编程)

魏鸿磊 等 编

常州大学图书馆
藏书章



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是根据作者多年从事单片机软、硬件开发和教学实践经验,为满足高等院校非信息类专业本科生“单片机原理及应用”课程教学的需要而编写。本书在编写时力求通俗易懂,全书共分 12 章,内容包括了必要的电子学、C 语言编程、单片机原理与应用知识,且理论知识以“有用、够用”为原则,注重于实例教学,使单片机的原理及应用知识变得简单直观,浅显易懂,有利于学生掌握单片机的 C 语言编程方法和接口技术,培养学习兴趣。

本书可作为高等院校电子技术、计算机、自动控制、智能仪器仪表、电气工程、机电一体化各专业单片机课程的教材,也可供从事 MCS-51 单片机应用工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用:C 语言编程/魏鸿磊主编. ——
上海:同济大学出版社,2015.5
ISBN 978-7-5608-5825-8

I. ①单… II. ①魏… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 090035 号

普通高等教育“十二五”规划教材

单片机原理及应用(C 语言编程)

主编 魏鸿磊

责任编辑 陈佳蔚

责任校对 徐春莲

封面设计 李志伟

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(上海市四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 三河市海新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15

字 数 374000

版 次 2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5825-8

定 价 33.80 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

编审委员会

(排名不分先后, 以姓氏拼音为序)

- 主 编 魏鸿磊 (大连工业大学)
杨学成 (沈阳工程学院)
- 副主编 倪文彬 (南京理工大学泰州科技学院)
宋秋实 (菏泽学院)
杨中国 (枣庄学院)
张春研 (哈尔滨信息工程学院)
- 编 委 姜凤娇 (大连海洋大学)
姜忠爱 (大连海洋大学)
母 刚 (大连海洋大学)
张福艳 (大连东软信息学院)

前 言

单片机又称微控制器(microcontroller),是在一片硅片上集成了中央处理器(CPU)、数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM)、定时/计数器、输入/输出接口电路的微型计算机。单片机功能强、价格低、体积小、可靠性高,开发应用简单,是嵌入式应用系统和智能化产品开发的首选,广泛应用于工业控制、家用电器、军事装备、航空航天等众多方面。

近年来,国内高等院校普遍在机械电子工程、机械设计制造及其自动化等非信息类专业中开设了单片机课程,但目前相关教材大都使用汇编语言进行编程和描述。虽然采用汇编语言有利于学生更透彻地掌握单片机原理,但汇编语言难学难记,且对单片机的硬件知识掌握程度要求较高。而非信息类专业的学生普遍电子学知识欠缺、编程能力较弱,因此采用汇编语言学习单片机难度较大,效果不理想。随着单片机技术的发展,高速度、大容量的新型单片机芯片不断推出,采用C语言开发的单片机程序体积大,运行速度慢的缺点逐渐得到克服。目前工程界已经广泛使用C语言进行单片机开发和应用,不但可以大大降低对硬件知识掌握程度的要求,降低学习难度,而且可以明显加快软件开发速度,增加软件的可读性,便于移植、维护和改进。在目前各高校普遍压缩理论课时,加强实践教学背景下,为使非信息类学生能尽快掌握单片机的应用知识和技能,降低入门难度,编写一本针对非信息类学生特点,注重于实例教学和应用技能培养的教材非常有必要。

本书是根据作者多年从事单片机软、硬件开发和教学实践经验,为满足高等院校各专业“单片机原理及应用”课程教学的需要而编写。全书共分12章,主要介绍了8051系列单片机的基本结构和原理、电子电路基础知识、C语言的基础知识、定时/计数器和中断系统的知识、人机交互技术、单片机资源扩展技术、串行通信技术、单片机模拟信号处理技术以及串行接口芯片的应用技术等内容。

在编写时力求通俗易懂,硬件原理讲解以“有用、够用”为原则,注重于实例教学,使单片机的原理及应用知识变得简单直观,方便读者掌握单片机的C语言编程方法和接口技术,为将来从事单片机系统开发打下坚实基础。

本书第一、六章由张春妍编写,第七、十二章由杨学成编写,第三、八章由倪文彬编写,第四、九章由宋秋实编写,第五、十一章由杨中国编写,第二章由张福艳编写,第十章及自测题由姜凤娇、姜忠爱编写,魏鸿磊、母刚负责了书中实例的源程序调试工作,魏鸿磊负责本书大纲拟订与统稿工作。作者在编写过程中参考、学习和汲取了许多文献资料的内容,在此向各文献资料的作者表示感谢。本书可以作为32~48学时的教学用书,也可以作为工程技术人员以及单片机爱好者的自学用书。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,希望广大读者批评指正。

魏鸿磊

2015年4月

◆第一章 绪论	1
1.1 微型计算机概述	1
1.2 单片机的发展历程	2
1.3 单片机的发展趋势	4
1.4 单片机的应用	5
1.5 常用单片机芯片简介	6
1.6 单片机学习方法	7
本章小结	8
思考与练习	9
◆第二章 电子技术基础	10
2.1 常用电子元件	10
2.2 放大电路	17
2.3 数字电路	21
本章小结	24
思考与练习	25
◆第三章 MCS-51 单片机结构与原理	26
3.1 8051 单片机基本组成	26
3.2 8051 单片机引脚	27
3.3 并行输入/输出端口结构	28
本章小结	31
思考与练习	32
◆第四章 单片机 Cx51 编程基础	33
4.1 编程语言简介	33
4.2 数制与编码	34
4.3 Cx51 变量和运算符	36
4.4 Cx51 语言程序结构	41
4.5 Cx51 流程控制语句	44
4.6 Cx51 数组	50
4.7 Cx51 指针	53
4.8 Cx51 预处理	56
4.9 Keil C51 集成开发环境	58
本章小结	62
思考与练习	63
◆第五章 定时器与计数器	64
5.1 定时器/计数器的结构与功能	64
5.2 定时器/计数器的控制	64
本章小结	71
思考与练习	72
◆第六章 单片机的中断系统	73
6.1 中断系统简介	73
6.2 中断系统的控制	74
6.3 中断系统的编程	76
本章小结	80
思考与练习	80
◆第七章 单片机人机交互	82
7.1 键盘接口技术	82

7.2 数码管接口技术	86
7.3 键盘显示接口芯片 8279	90
7.4 LCD 液晶接口技术	99
本章小结	104
思考与练习	105
◆第八章 单片机资源扩展	106
8.1 单片机扩展的总线结构	106
8.2 存储器扩展	107
8.3 简单输入/输出扩展	112
8.4 可编程并行接口 8255A	114
8.5 可编程接口 8155A	123
8.6 可编程定时器 8253	127
本章小结	132
思考与练习	133
◆第九章 串行通信技术	134
9.1 串行通信概述	134
9.2 串行通信接口的结构	137
9.3 串行通信接口的控制	138
9.4 串行通信接口的编程	141
本章小结	151
思考与练习	152
◆第十章 单片机模拟信号处理	153
10.1 模/数(A/D)转换芯片 ADC0809	153
10.2 数/模(D/A)转换芯片 DAC0832	157
本章小结	161
思考与练习	162
◆第十一章 串行接口芯片	163
11.1 I ² C 总线	163
11.2 单总线器件	170
11.3 SPI 总线器件	178
本章小结	180
思考与练习	181
◆第十二章 单片机应用系统设计	182
12.1 单片机应用系统设计过程	182
12.2 应用软件 Proteus 进行仿真设计	184
12.3 单片机应用系统设计举例	189
本章小结	196
思考与练习	197
◆附录 自测题及参考答案	199
自测题一	199
自测题二	202
自测题三	206
自测题四	210
自测题五	214
参考答案	217
参考文献	231

【本章导读】

本章主要介绍了单片机的基本知识,包括单片机的概念、发展历程及发展趋势、应用范围、常见单片机类型,以及单片机的学习方法,为进一步的学习打下基础。

【学习目标】

通过本章内容的学习,学生应该能够做到:

◆了解:单片机的概念、发展历程及发展趋势、应用范围。常见单片机类型以及单片机的学习方法。

1.1 微型计算机概述

计算机是能够自动、高速、精确地进行运算,控制和处理信息的现代化设备。最初的计算机设计思想是由美籍科学家冯·诺依曼在1940年提出的,基本思路是计算机包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件;数据和指令以二进制形式表示,事先存放在存储器中,计算机工作时能够在控制器的控制和协调下高速地从存储器中取出指令和数据加以执行。依据这个思想,1946年世界上第一台计算机——电子数字积分计算机(Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC)在美国问世。在此后的几十年里,计算机迅猛发展,历经电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路及超大规模集成电路四个发展阶段,但至今仍未能突破冯·诺依曼结构。

将运算器和控制器集成在一块芯片上,就构成了中央处理器(CPU)。用系统总线将它与存储器、输入和输出(I/O)接口连接起来,再配以系统软件和I/O设备就构成了微型计算机,如图1-1所示。其中总线是指计算机中各功能部件间传送信息的公共通道,包括地址总线AB(Address Bus)、数据总线DB(Data Bus)和控制总线CB(Control Bus)三种,其中地址总线用于CPU向其他部件传送存储单元或I/O端口的地址信息,以进行指令或数据信息读取;数据总线用于在CPU与其他部件间传送指令或数据信息;控制总线用于在CPU与其他部件间传送控制或状态信息。采用这种总线结构,系统中各部件挂在总线上,当选中某部件时,可对该部件进行读写及控制,而其他部件与总线间处于“高阻态”,相当于与总线断开,即各部件分时利用总线与CPU通信。采用总线结构可以使计算机系统结构大为简化,并具有更好的可扩展性。

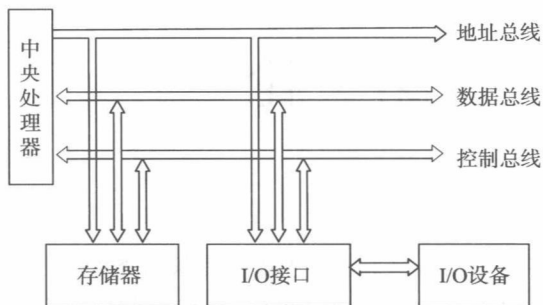


图 1-1 微型计算机结构

单片机又称微控制器(Microcontroller Unit, MCU),是采用超大规模集成电路技术把中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 接口和中断系统、定时器/计数器、脉宽调制电路、A/D 转换器等功能电路集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。由于单片机把微型计算机的主要部件集成在了一块芯片上,大大缩短了系统内信号传送距离,提高了系统的可靠性及运行速度。虽然单片机的性能无法和通用计算机相比,但它所具有的体积小、价格低、可靠性高以及开发应用简单等诸多优点,使其成为嵌入式应用系统和小型智能化产品开发的首选。从导弹的导航装置、飞机上各种仪表的控制、计算机的网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理,到人们生活中广泛使用的各种智能 IC 卡、汽车的安全保障系统、摄像机、全自动洗衣机、程控玩具、电子宠物等应用和产品,其中都能找到单片机的身影。

1.2 单片机的发展历程

美国 Intel 公司在 1971 年 11 月推出了单片机的雏形 Intel 4004,拉开了单片机快速发展的序幕。到目前为止,单片机已有数百个品种,其发展过程可分为以下几个阶段。

第一阶段(20 世纪 70 年代初期),单片机初级阶段。20 世纪 70 年代,微电子技术正处于发展阶段,集成电路属于中规模发展时期,各种新材料、新工艺尚未成熟,单片机仍处在初级的发展阶段,元件集成规模还比较小,功能比较简单,一般均把 CPU, RAM, 有的还包括一些简单的 I/O 接口集成到芯片上。较重要的产品有 1971 年 Intel 公司的霍夫研制成功世界上第一块 4 位微处理器芯片 Intel 4004,标志着第一代微处理器问世,包含 2 300 个晶体管,尺寸规格为 3 mm×4 mm,计算性能远远超过当年的 ENIAC。1972 年 4 月,霍夫等人开发出第一个 8 位微处理器 Intel 8008。1973 年 8 月,霍夫等人研制出 8 位微处理器 Intel 8080,主频 2 MHz 的 8080 芯片运算速度比 8008 快 10 倍,可存取 64 KB 存储器,使用了基于 6 μm 技术的 6 000 个晶体管。类似的产品还有 Fairchild 公司的 F8 和 Zilog 公司的 Z80 等微处理器。总体上,这个阶段的产品还需配上外围的其他处理电路方可构成完整的计算系统,因此还不是真正意义上的单片机。

第二阶段(20 世纪 70 年代中后期),单片机中级发展阶段。1976 年,Intel 公司推出了 MCS-48 单片机,集成了 CPU、存储器、I/O 接口、定时/计数器、简单的中断系统以及时

钟等部件,是真正意义上的单片机。它以体积小、功能全、价格低,得到了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展史上重要的里程碑。其后,各大半导体公司相继研制和发展了自己的单片机,如 Zilog 公司的 Z8 系列。

第三阶段(20 世纪 80 年代至今),单片机高级发展阶段。20 世纪 80 年代,世界各大公司均竞相研制出品种多、功能强的单片机,约有几十个系列,300 多个品种。此时的单片机大多集成了 CPU、RAM、ROM、数目繁多的 I/O 接口、多种中断系统,甚至还有一些带 A/D 转换器的单片机,功能越来越强大,RAM 和 ROM 的容量也越来越大,寻址空间甚至可达 64 KB,应用领域更广泛。传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高,处理能力比起 20 世纪 70 年代提高了数百倍。1982 年以后,16 位单片机问世,代表产品是 Intel 公司的 MCS-96 系列。16 位单片机比起 8 位机,数据宽度增加了一倍,实时处理能力更强,主频更高,集成度达到了 12 万只晶体管,RAM 增加到了 232 字节,ROM 则达到了 8 KB,并且有 8 个中断源,同时配置了多路 A/D 转换通道,高速的 I/O 处理单元,适用于更复杂的控制系统。随着工业控制领域要求的提高,到了 20 世纪 80 年代初,单片机已发展到了高性能阶段,如 Intel 公司的 MCS-51 系列,MOTOROLA 公司的 6801 和 6802 系列,Rokwell 公司的 6501 及 6502 系列,等等。此外,日本的著名电气公司 NEC 和 HITACHI 都相继开发了具有自己特色的专用单片机。

20 世纪 90 年代以后,世界各大半导体公司相继开发了功能更为强大的单片机。美国 Microchip 公司发布了一种完全不兼容 MCS-51 的新一代 PIC 系列单片机,引起了业界的广泛关注,特别是它的产品只有 33 条精简指令集吸引了不少用户,使人们从 Intel 的 111 条复杂指令集中走出来。PIC 单片机获得了快速的发展,在业界占有一席之地。MOTOROLA 公司相继发布了 MC68HC 系列单片机,日本的几个著名公司都研制出了性能更强的产品,但日本的单片机一般均用于专用系统控制,而不像 Intel 等公司投放到市场形成通用单片机。例如 NEC 公司生产的 μ COM87 系列单片机,其代表作 μ PC7811 是一种性能相当优异的单片机。MOTOROLA 公司的 MC68HC05 系列以其高速低价等特点赢得了不少用户。Zilog 公司的 Z8 系列产品代表作是 Z8671,内含 BASIC Debug 解释程序,极大地方便了用户。美国国家半导体公司的 COP800 系列单片机则采用先进的哈佛结构,ATMEL 公司则把单片机技术与先进的 Flash 存储技术完美地结合起来,发布了性能优秀的 AT89 系列单片机。包括中国台湾地区的 HOLTEK 和 WINBOND 等公司也纷纷加入了单片机发展行列,凭着他们售价低廉的优势占有一部分市场。

1990 年,美国 Intel 公司推出了 80960 超级 32 位单片机引起了计算机界的轰动,产品相继投放市场,成为单片机发展史上又一个重要的里程碑。目前,高端的 32 位单片机主频已经超过 300 MHz,性能直追 20 世纪 90 年代中期的专用处理器。当代单片机系统已经不再只在裸机环境下开发和使用,大量专用的嵌入式操作系统被广泛应用在全系列的单片机上。而作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机,甚至可以直接使用专用的

Windows 和 Linux 操作系统。

1.3 单片机的发展趋势

目前世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机,从 8 位、16 位到 32 位,数不胜数,应有尽有,有与主流 C51 系列兼容的,也有不兼容的,但它们各具特色,互成互补,为单片机的应用提供广阔的天地。纵观单片机的发展过程,可以预计单片机的发展趋势大致如下。

1. 集成度更高、功能更强

现在常规的单片机普遍都是将 CPU、RAM、ROM、并行和串行通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路集成在一块单独的芯片上,而且存储器容量越来越大,在使用中一般不再需要外部扩展程序存储器和数据存储器。有些单片机具备大功率的 I/O 接口,可直接驱动一些需要较大功率的器件,如 LCD 和 LED;有些增加了 P4 口,增加了定时器/计数器的数量。增强型的单片机通常支持多种通信方式(如 UART, CAN, SPI, I²C 等),并集成了如 A/D 和 D/A 转换模块、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗)、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器等,有些单片机将 LCD(液晶)驱动器、LED(数码管)驱动器都集成在芯片上。此外,半导体制作工艺的提高,使单片机的体积更小,时钟频率更高,还可以集成更多的存储器和部件,这使得单片机正朝着更加集成化和微型化的方向发展,功能更为强大,应用范围更加广泛。

2. 功耗更低

Intel 公司的 MCS - 51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 MW,而现在的单片机普遍都在 100 MW 左右,随着对单片机功耗要求越来越低,现在的各个单片机制造商基本都采用了低功耗的 CMOS(互补金属氧化物半导体)工艺,如 80C51 就采用了 HMOS(高密度金属氧化物半导体)工艺和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体)工艺。CMOS 虽然功耗较低,但由于其物理特征决定其工作速度不够高,而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点。此外,目前的单片机普遍具有节电模式,如空闲方式和掉电方式。在空闲方式下,CPU 自身进入睡眠状态,但片上其他外围部件处于激活状态,片内 RAM 和所有特殊功能寄存器的内容保持不变。空闲方式可被任何允许的中断或硬件复位来终止,终止后系统通常在空闲处恢复程序的执行。在掉电方式下,片内振荡器停止工作,片内 RAM 和所有特殊功能寄存器的内容保持不变,掉电方式可被任何允许的中断或硬件复位来终止,终止后系统将重新定义所有的专用寄存器,但不改变 RAM 的内容。

3. 主流与多品种共存

现在虽然单片机的品种繁多,各具特色,但仍以 80C51 为核心的单片机占主流,兼容其结构和指令系统的有 Philips 公司的产品,ATMEL 公司的产品和中国台湾的 Winbond 系列单片机。而 Microchip 公司的 PIC 精简指令集(RISC)也有着强劲的发展势头,中国台湾的 HOLTEK 公司近年的单片机产量快速增长,凭借其低价质优的优势占据一定的

市场份额。此外还有 MOTOROLA 公司的产品,日本几大公司的专用单片机。在一定的时期内,这种情形将得以延续,不存在某个单片机一统天下的垄断局面,走的是依存互补,相辅相成,共同发展的道路。

1.4 单片机的应用

单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域,大致可分为如下几个范畴。

1. 在智能仪器仪表上的应用

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点,广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化和微型化,且功能比起采用电子或数字电路更加强大,例如精密的测量设备如功率计、示波器,以及各种分析仪。

2. 在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理、电梯智能化控制、各种报警系统、与计算机联网构成二级控制系统等。

3. 在家用电器中的应用

现在的家用电器广泛采用了单片机控制,比如电子玩具或者在高级的电视游戏机中,应用单片机实现其控制功能;洗衣机可以利用单片机识别衣服的种类与脏污程度,从而自动选择洗涤强度与洗涤时间;在冰箱冷柜中采用单片机控制可以识别食物的种类与保鲜程度,实现冷藏温度与冷藏时间的自动选择;微波炉也可以通过单片机识别食物种类从而自动确定加热温度与加热时间等。这些家用电器在应用单片机技术后,无论是性能还是功能,与传统技术相比均有长足的进步。

4. 在计算机网络和通信领域的应用

现代的单片机普遍具备通信接口,可以很方便地与计算机进行数据通信,为在计算机网络和通信设备间的应用提供了极好的物质条件,现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制,从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信,再到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等。

5. 单片机在医用设备领域的应用

单片机在医用设备中的用途亦相当广泛,例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等。

6. 在各种大型电器中的模块化应用

某些专用单片机设计用于实现特定功能,从而在各种电路中进行模块化应用,而不要求使用人员了解其内部结构。在大型电路中,这种模块化应用极大地缩小了体积,简化了电路,降低了损坏率、错误率,也方便更换。此外,单片机在工商、金融、科研、教育、国防航

航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.5 常用单片机芯片简介

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司推出的通用型单片机,基本型的典型产品为 8031、8051 和 8751。8031 包括 1 个 8 位 CPU、128 字节数字存储器 RAM、21 个特殊功能寄存器 SFR、4 个 8 位并行 I/O 接口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时器/计数器、5 个中断源,但片内没有程序存储器 ROM,需要外部扩展程序存储器芯片;8051 是在 8031 基础上集成了 4KB 的只读程序存储器 ROM,其他相同;8751 是在 8031 基础上集成了 4KB 的可擦除可编程程序存储器,即 EPROM,使内容可反复擦写和修改。Intel 在 MCS-51 系列三种基本型产品基础上,又推出了增强型 52 系列产品,典型产品为 8032、8052 和 8752,它们内部的 RAM 增加到 256 字节,16 位定时器/计数器增加到 3 个,中断源增加到 6 个,串行口通信速率大大提高,8052、8752 的程序存储器增加到 8KB。

20 世纪 80 年代中期以后,Intel 公司把该技术转让给许多半导体芯片生产厂家,如 ATMEL、Philips 等,这些厂家在此基础上推出了种类众多的单片机。目前 MCS-51 系列单片机仍在发展中,各公司不断推出性能更加优越的产品,应用十分广泛。尽管 MCS-51 系列单片机形式、性能及功能各异,但这些单片机都可与 MCS-51 指令系统兼容,开发应用方法也基本相同,因此统称为 51 单片机。以下对目前常见的单片机系列进行介绍。

1. AT89 系列单片机

ATMEL 公司是美国 20 世纪 80 年代中期成立并发展起来的半导体公司,该公司将闪烁存储技术(Flash)与 8051 内核相结合,形成了片内带有 Flash 存储器的单片机,有 AT89、AT90 两个系列。AT89 系列是 8 位 Flash 单片机,与 8051 系列单片机相兼容。AT90 系列单片机是增强 RISC 结构,全静态工作方式,内载在线可编程 Flash 的单片机,也叫 AVR 单片机。

AT89 系列单片机包括 AT89C5x/AT89S5x 两个系列,与 MCS-51 系列单片机在原有功能、引脚及指令系统方面完全兼容,某些品种增加了一些新功能,如看门狗定时器 WDT、在线编程 ISP、串行接口技术 SPI 等。AT89 系列单片机片内 Flash 存储器允许在线电擦除,使用编程器或串行下载对其重复编程。

2. AVR 系列单片机

AVR 单片机是 1997 年由 ATMEL 公司利用 Flash 新技术,研发出的精简指令集的高速 8 位单片机。采用精简指令集以字作为指令长度单位,指令长度固定,指令格式与种类、寻址方式相对较少,取指周期短,又可预取指令,实现流水作业,故可高速执行指令。AVR 单片机有丰富的外设如看门狗电路、低电压检测电路 BOD 等,增强了系统可靠性。I/O 接口驱动能力强,工业级产品具有大电流,驱动能力强,可省去功率驱动器,直接驱动可控硅或继电器。另外还有模数转换电路 ADC、脉宽调制电路 PWM 等片内外设,为工程应用带来了方便。

3. PIC 系列单片机

PIC 单片机是 Microchip 公司的产品,其突出的特点是性价比高,功耗低,精简指令集,抗干扰性好,可靠性高,有较强的模拟接口,代码保密性好,大部分芯片有其兼容的 Flash 程序存储器的芯片。PIC 单片机从低到高有几十个型号,可满足各种需要。例如 PIC12C508 单片机仅有 8 个引脚,有 512 字节 ROM、25 字节 RAM、1 个 8 位定时器、1 根输入线、5 根 I/O 线,体积非常小,价格非常便宜,可用在成本低、空间小、功能简单、可靠性高的控制场合;PIC16C74 有 40 个引脚,有 4KB 的 ROM、192 字节 RAM、8 路 A/D、3 个 8 位定时器、2 个 CCP 模块、3 个串行口、1 个并行口、11 个中断源、33 个 I/O 脚,可用在高、中、低档的各类电子产品中。

4. 其他系列单片机

◆STC 系列单片机:是我国宏晶科技具有自主知识产权,功能强大,抗干扰能力强的增强型 51 单片机,有多种子系列,几十个品种,以满足不同应用的需要,可直接替换 AT-MEL 等公司的产品。

◆EMC 单片机:是中国台湾地区义隆公司的产品,有很大一部分与 PIC 8 位单片机兼容,且相兼容产品的资源相对比 PIC 的多,价格便宜,有很多系列可选,但抗干扰能力较差。

◆Philips 512PC 系列单片机:Philips 公司的单片机是基于 80C51 内核的单片机,嵌入了掉电检测、模拟以及片内 RC 振荡器等功能,这使 51LPC 在高集成度、低成本、低功耗的应用设计中可以满足多方面的性能要求。

◆HOLTEK 单片机:中国台湾盛扬半导体的单片机,价格便宜,种类较多,但抗干扰能力较差,适用于消费类产品。

◆TI 公司单片机:德州仪器提供了 TMS370 和 MSP430 两大系列通用单片机。TMS370 系列单片机是 8 位 CMOS 单片机,具有多种存储模式、多种外围接口模式,适用于复杂的实时控制场合;MSP430 系列单片机是一种超低功耗、功能集成度较高的 16 位低功耗单片机,特别适用于要求功耗低的场合。

1.6 单片机学习方法

单片机本身就是一台微型计算机,比普通的半导体器件复杂得多。要想掌握单片机,不但要了解单片机的原理,而且要学好电子技术和软件知识,做到理论与实践相结合。

1. 学好基础理论知识

学习单片机需要掌握的基础理论知识包括模拟电路知识、数字电路知识和 C 语言知识。模拟电路是电子技术最基础的学科,其中电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管、运算放大器等以及它们的工作原理和在电路中的作用等内容,是学习电子技术必须掌握的基础知识。具备扎实的模拟电路基础不仅容易看懂别人设计的电路,而且自己设计的电路更可靠,产品质量更高。单片机属于数字电路,如果数字电路基础扎实,对复杂的

单片机硬件结构和原理就容易理解。单片机的学习离不开编程,在所有的程序设计中,C语言运用得最为广泛。由于采用C语言进行单片机开发所需硬件知识较少,入门较为容易,可以提高开发的效率,因此初学者可从学习C语言进行单片机编程开始。但是由于单片机不同于普通电脑,其硬件资源十分有限,初学者常常遇到的一个问题是使用C语言编写的程序看上去没有错误,但总得不到期望的结果,其原因很可能是程序运行所需要的资源超出了单片机硬件的限制,因此采用C语言进行开发时需要了解单片机的具体性能和特点。如果能同时掌握汇编语言和C语言,更有利于开发出高质量的单片机程序。

2. 注重理论和实践相结合

单片机的学习具有很强的实践性,要多动脑、勤动手。在编程方面,单片机C语言编程理论知识并不深奥,但要编写出一个良好的程序并不容易。一个程序的形成不仅需要C语言知识,更多需要融入编程者的设计思路和算法,只有在实际动手编写程序的过程中才会有深刻的体会,也只有经过大量的编程实践才能真正得到提高。在硬件学习方面,学习单片机必须有一台电脑、单片机及相应烧录器,可从应用插线板搭建单片机最小系统驱动发光二极管开始,然后应用定时/计数器、中断系统、键盘和显示电路等,逐渐深入。推荐入门时采用STC单片机,其性能可靠,价格便宜。应用插线板搭建单片机系统对理解单片机软件和硬件如何实现相互结合具有良好的作用。当单片机入门后可购买一块功能丰富的单片机开发板,以进一步学习单片机开发知识。单片机硬件设计包括电路原理设计和PCB板设计。学习硬件要比学习软件麻烦,成本更高,周期更长。但是,学习单片机的最终目的是做软件和硬件相结合的产品开发,所以硬件也是学习单片机技术的一个必学内容。电路原理设计涉及各种芯片的应用,而这些芯片外围电路的设计、典型应用电路和与单片机的连接等在芯片数据手册(Datasheet)中一般都能找到介绍。虽然学会使用Protel或Altium Designer软件就能做出PCB板,但要想所做的板子布局美观、布线合理还需要大量的实践才能掌握。

本章小结

本章介绍了有关单片机的基本概念和基础知识。

将运算器和控制器集成在一块芯片上构成了中央处理器(CPU)。用系统总线将它与存储器、输入和输出(I/O)接口连接起来,再配以系统软件和I/O设备构成了微型计算机,其中总线是指计算机中各功能部件间传送信息的公共通道,包括地址总线AB(Address Bus)、数据总线DB(Data Bus)和控制总线CB(Control Bus)三种。

单片机又称微控制器,是采用超大规模集成电路技术把中央处理器CPU、随机存储器RAM、只读存储器ROM、多种I/O接口和中断系统、定时器/计数器、脉宽调制电路、A/D转换器,等等功能电路集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统,其

发展过程可分为初级、中级和高级三个阶段,目前已有数百个品种,主流与多品种共存,且向着集成度更高,功能更强,功耗更低的方向发展。

思考与练习

1. 什么是单片机? 简述单片机的工作原理。
2. 8051 单片机主要由哪几部分组成? 各有什么功能?
3. 什么是总线? 有哪几类? 各有什么作用?
4. 8031、8051 和 8751 单片机的主要区别是什么?
5. 单片机的发展大致可分为几个阶段?
6. 单片机的发展趋势是什么?
7. 如何学习单片机?

【本章导读】

本章主要介绍电子技术基本知识,包括电路的基础元件、模拟电路和数字电路,为进一步的学习打下基础。

【学习目标】

通过对本章内容的学习,学生应该能够做到:

◆理解:常用电子元器件的相关知识。模拟电路、数字电路基础知识。

2.1 常用电子元器件

1. 电阻器

电阻器简称电阻,是电路中常用的元器件,在电路中的作用是阻碍电流流动。电阻的单位是欧姆(Ω ,简称为欧),其他常用单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)。电阻器是电气、电子设备中用得最多的基本元件之一,主要用于控制和调节电路中的电流和电压,或用作消耗电能的负载。电阻的倒数被定义为电导,用 G 表示,单位是西门子(S)。电阻的符号如图 2-1 所示。

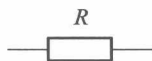


图 2-1 电阻的符号

电阻的分类方法很多,通常分为固定电阻、可变电阻和特种电阻三大类,其中固定电阻应用最多。常用的固定电阻有 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻和 RX 型线绕电阻。型号命名的第一个字母 R 代表电阻;第二个字母的意义是:T——碳膜,J——金属,X——线绕。线绕电阻是用电阻丝在绝缘的骨架上绕制而成,性能稳定且精度高,但体积较大,一般在大功率场合中才考虑使用;金属膜电阻精度高,温度特性好,价格也不高,因此应用最为广泛;碳膜电阻虽价格低廉,但精度和温度特性较差,随着金属膜电阻成本的下降,已逐渐被淘汰。

电阻的阻值和允许偏差的标注方法常用色标法。将不同颜色的色环涂在电阻器上来表示电阻的标称值及允许误差,通常采用 5 色环标法,其中前 3 个色环标示电阻的有效数,第 4 位代表倍乘数,第 5 位代表允许误差,各种颜色所对应的数值如表 2-1 所示。