

高等学校规划教材

安徽省高等学校“十二五”规划教材

工程应用型院校计算机系列教材

总主编 胡学钢



单片机原理及应用

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

主编 黄勇 高先和



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

单片机原理及应用

总 主 编 胡学钢
主 审 孟 浩
主 编 黄 勇 高先和
副 主 编 陈付龙 王本有 焦 俊
编写人员 (以姓氏笔画为序)

王本有	皖西学院
陈付龙	安徽师范大学
孟 浩	安徽农业大学
高先和	合肥学院
黄 勇	安徽科技学院
焦 俊	安徽农业大学



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/黄勇,高先和主编. —合肥:安徽大学出版社,2014.8

工程应用型院校计算机系列教材/胡学钢总主编

ISBN 978-7-5664-0615-6

I. ①单… II. ①黄… ②高… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材

IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 187355 号

单片机原理及应用

胡学钢 总主编
黄勇 高先和 主 编

出版发行: 北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷: 合肥市裕同印刷包装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 184mm×260mm

印 张: 18.5

字 数: 450 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 37.00 元

ISBN 978-7-5664-0615-6

策划编辑: 李 梅 蒋 芳

责任编辑: 蒋 芳

责任校对: 程中业

装帧设计: 李 军

美术编辑: 李 军

责任印制: 陈 如

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 0551-65106311

外埠邮购电话: 0551-65107716

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 0551-65106311

编写说明

计算机科学与技术的迅速发展,促进了许多相关学科领域以及应用分支的发展,同时也带动了各种技术和方法、系统与环境、产品以及思维方式等的发展,由此而进一步激发了对各种不同类型人才的需求。按照教育部计算机科学与技术专业教学指导委员会的研究报告来分,学校培养的人才类型可以分为科学型、工程型和应用型三类,其中科学型人才重在基础理论、技术和方法等的创新;工程型人才以开发实现预定功能要求的系统为主要目标;应用型人才以系统集成为主要途径实现特定功能的需求。

虽然这些不同类型人才的培养有许多共同之处,但是因不同类型人才的就业岗位所需要的责任意识、专业知识能力与素质、人文素养、治学态度、国际化程度等方面存在一定的差异,因而培养目标、培养模式等方面也存在不同。对大多数高校来说,很难兼顾各类人才的培养。因此,合理定位培养目标是确保教学目标和人才培养质量的关键。

由于当前社会领域从事工程开发和应用的岗位数量远远超过从事科学人才的数量,结合当前绝大多数高校的办学现状,安徽省高等学校计算机教育研究会在和多所高校专业负责人以及来自企业的专家反复研究和论证的基础上,确定了以培养工程应用型人才为主的安徽省高等学校计算机类专业的培养目标,并组织研讨组共同探索相关问题,共同建设相关教学资源,共享研究和建设成果,为全面推动安徽省高等学校计算机教育教学水平做出积极的贡献。北京师范大学出版集团安徽大学出版社积极支持安徽省高等学校计算机教育研究会的工作,成立了编委会,组织策划并出版了全套工程应用型计算机系列教材。

为了做好教材的出版工作,编委会在许多方面都采取了积极的措施:

编委会组成的多元化:编委会不仅有来自高校的教育领域的资深教师和专家,而且还有从事工程开发、应用技术的资深专家,从而为教材内容的重组提供更为有力的支持。

教学资源建设的针对性:教材以及教学资源建设的目标就是要突出体现“学以致用”的原则,减少“学不好,用不上”的空泛内容,增加其应用案例,尤其是增设涵盖更多知识点和应用能力的系统性、综合性的案例,以培养学生系统解决问题的能力,进而激发其学习兴趣。

建设过程的规范性:编委会对整体的框架建设、对每本教材和资源的建设都采取汇报、交流和研讨的方式,以听取多方意见和建议;每本书的编写组也都进行反复的讨论和修订,努力提高教材和教学资源的质量。

如果我们的工作能对安徽省高等学校计算机类专业人才的培养做出贡献,那将是我们的荣幸。真诚欢迎有共同志向的高校、企业专家提出宝贵意见和建议,更期待你们参与我们的工作。

胡学钢

2013年8月10日于合肥

编委会名单

主 任 胡学钢(合肥工业大学)

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 浩(合肥工业大学)

王一宾(安庆师范学院)

叶明全(皖南医学院)

孙 力(安徽农业大学)

刘仁金(皖西学院)

朱昌杰(淮北师范大学)

沈 杰(合肥炜煌电子有限公司)

李 鸿(宿州学院)

陈 磊(淮南师范学院)

张先宜(合肥工业大学)

陈桂林(滁州学院)

张润梅(安徽建筑大学)

张燕平(安徽大学)

金庆江(合肥文康科技有限公司)

周国祥(合肥工业大学)

周鸣争(安徽工程大学)

宗 瑜(皖西学院)

郑尚志(巢湖学院)

钟志水(铜陵学院)

姚志峰(蓝盾信息安全技术股份有限公司)

郭有强(蚌埠学院)

黄 勇(安徽科技学院)

黄海生(池州学院)

潘地林(安徽理工大学)

前言

单片机全称为“单片微型计算机”，又称为“嵌入式微控制器”。MCS-51 系列单片机自 20 世纪 80 年代初诞生以来，便迅速推广开来，不仅是国内用得最多的单片机之一，同时也是最适合上手学习单片机系统开发的一款单片机。它具有体积小、功能全、价格低廉、应用软件丰富、开发应用方便等优点，可以适应多个应用领域的不同需求，因而具有极强的竞争力。本书以 80C51 单片机为例，从工程应用的角度，详尽介绍了单片机的原理及其应用。

全书共分 10 章。第 1 章主要介绍什么是单片机、单片机与微型计算机、嵌入式系统的关系以及单片机的特点与发展；第 2 章主要介绍 80C51 的硬件结构和工作原理；第 3 章主要介绍单片机的指令系统以及汇编语言程序设计；第 4 章主要介绍单片机的 C51 编程及 keil c 的使用；第 5 章主要介绍显示器与键盘及接口技术；第 6 章主要介绍单片机的中断系统、定时器/计时器资源；第 7 章主要介绍单片机的串行口资源；第 8 章主要介绍 D/A 与 A/D 转换技术；第 9 章主要介绍 I²C、SPI 串行总线技术；第 10 章主要介绍单片机应用系统设计。

本书内容丰富实用，叙述简洁清晰，工程实践性强，注重培养学生综合分析、开发创新和工程设计能力。本书既可作为本科院校和高职高专院校的单片机教材，也可作为工程技术人员进行电子产品设计与制作的参考书。

本书具有以下特点：

(1) 本书着力片上基本资源的介绍，力求系统全面、条理清楚、通俗易懂。近年来单片机生产厂商不断推出单片机新型芯片，但片上基本资源仍保持稳定，全面介绍片上基本资源仍是本书的重点。

(2) 本书不局限于一种编程语言，对汇编语言和流行的单片机 C51 语言都做了介绍。考虑到 C51 语言在单片机应用系统开发中应用的广泛性，所以全面系统地介绍单片机 C51 语言及 keil c 开发环境的使用。

(3) 本书在内容组织上力求实用，考虑到目前单片机应用系统开发中已很少进行存储器扩展，书中略去存储器扩展的相关知识。而对于目前常用的 I²C、SPI、单总线等串行总线扩展进行了详细介绍。

本书由黄勇、高先和主编，孟浩主审。其中黄勇编写了第 1、6、8 章，陈付龙编写了第 3、7 章，王本有编写了第 2、5 章，焦俊编写了第 9 章，孟浩编写了第 4、10 章，高先和统一修改了全书。宋威、戴飞、江钊水、胡志圣、吴文胜、王艺霖等为本书的编写及修改也做了大量的工作。

在本文的编写过程中,参考了大量的国内外著作和资料,还参考了各厂家芯片说明书,尤其是 Atmel 公司的大量资料,在此向这些作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 什么是单片机	1
1.1.1 微型计算机	1
1.1.2 单片机的概念	2
1.1.3 单片机与嵌入式控制系统	2
1.2 单片机的发展	3
1.2.1 单片机的发展历程	3
1.2.2 MCS-51 系列单片机	4
1.2.3 单片机的最新发展状况	5
1.3 单片机的特点、分类及应用	6
1.3.1 单片机的特点	6
1.3.2 单片机的分类	6
1.3.3 单片机的应用	7
1.4 单片机应用系统的结构与开发过程	7
1.4.1 单片机应用系统的结构	7
1.4.2 单片机应用系统的开发过程	8
本章小结	9
本章习题	10
第 2 章 51 单片机的基本结构与工作原理	11
2.1 51 单片机的基本结构	11
2.2 51 单片机的封装与引脚	13
2.2.1 51 单片机的封装	13
2.2.2 51 单片机的引脚	14
2.3 51 单片机的 CPU 与存储器	17
2.3.1 51 单片机的 CPU	17
2.3.2 CPU 的时钟与时序	20
2.3.3 51 单片机的存储结构	22
2.4 51 单片机的工作方式	28
2.5 并行 I/O 端口	31
2.5.1 P0 口	32

2.5.2 P1 口	33
2.5.3 P2 口	34
2.5.4 P3 口	34
2.6 单片机最小系统	35
本章小结	36
本章习题	37

第3章 MCS-51 指令系统与汇编语言程序设计 38

3.1 MCS-51 指令系统概述	38
3.1.1 指令与指令系统	38
3.1.2 程序设计语言	39
3.1.3 MCS-51 指令系统	40
3.1.4 指令中的常用符号	40
3.1.5 汇编语言指令格式与伪指令	41
3.2 MCS-51 指令系统的寻址方式	43
3.2.1 立即寻址	43
3.2.2 直接寻址	43
3.2.3 寄存器寻址	44
3.2.4 寄存器间接寻址	44
3.2.5 变址寻址	44
3.2.6 相对寻址	45
3.2.7 位寻址	45
3.3 MCS-51 指令集	45
3.3.1 数据传送类指令	45
3.3.2 算术运算类指令	50
3.3.3 逻辑运算类指令	53
3.3.4 移位类指令	56
3.3.5 位操作指令	57
3.3.6 程序转移及子程序调用与返回指令	58
3.4 MCS-51 汇编语言程序设计	62
3.4.1 汇编语言程序设计的步骤	62
3.4.2 顺序程序设计	63
3.4.3 分支程序设计	64
3.4.4 循环程序设计	65
3.4.5 子程序设计	68
3.4.6 汇编语言的开发环境	71
本章小结	72
本章习题	73

第 4 章 单片机的 C51 语言程序设计	75
4.1 C51 语言概述	75
4.1.1 C51 语言与 C 语言	75
4.1.2 C51 语言与汇编语言	77
4.2 C51 数据类型、存储器类型与存储模式	77
4.2.1 C51 数据类型	77
4.2.2 C51 存储器类型	80
4.2.3 C51 数据存储模式	82
4.2.4 C51 语言中的绝对地址访问	82
4.3 C51 的运算量	83
4.3.1 常量	83
4.3.2 变量	84
4.4 C51 的运算符及表达式	85
4.5 C51 的语句与结构化程序设计	89
4.5.1 表达式语句及复合语句	89
4.5.2 C51 的分支结构控制语句	90
4.5.3 循环结构控制语句	91
4.6 C51 构造数据类型简介	94
4.6.1 数组	94
4.6.2 指针	95
4.6.3 结构体	96
4.7 C51 函数	97
4.7.1 函数的定义与调用	97
4.7.2 中断函数	98
4.7.3 预处理命令、库函数	98
4.7.4 C51 语言结构	100
4.8 Keil 软件的使用	100
4.8.1 Keil 软件下单片机应用程序开发步骤	101
4.8.2 Keil 软件的调试方法	108
4.8.3 实验例题	113
本章小结	116
本章习题	117
第 5 章 键盘、显示器接口	118
5.1 显示器接口原理及应用	118
5.1.1 7 段 LED 数码管	118
5.1.2 LED 点阵显示及其接口电路	124

5.1.3 LCD 显示接口电路	135
5.1.4 TFT LCD 显示模块	140
5.2 键盘接口电路	142
5.2.1 独立式键盘	142
5.2.2 矩阵式键盘	148
本章小结	153
本章习题	153
第 6 章 中断系统与定时/计数器	155
6.1 中断技术概述	155
6.2 51 单片机中断系统的结构	156
6.2.1 51 单片机中断系统的组成	156
6.2.2 51 单片机的中断源与中断请求标志	156
6.2.3 中断允许控制	158
6.2.4 中断优先级控制	159
6.3 51 单片机的中断响应	160
6.3.1 中断响应的一般过程	160
6.3.2 中断响应	161
6.3.3 中断嵌套	162
6.3.4 中断系统中的编程	163
6.4 51 单片机的中断应用编程举例	164
6.4.1 单一中断源	165
6.4.2 中断优先级与嵌套实验	166
6.5 51 单片机的定时/计数器	168
6.5.1 定时/计数器的结构和工作原理	168
6.5.2 定时/计数器的方式设置与控制	169
6.5.3 定时/计数器的工作方式	170
6.5.4 定时/计数器的应用与编程	174
6.5.5 定时/计数器的特殊应用	178
6.6 中断与定时器综合应用举例	179
本章小结	183
本章习题	183
第 7 章 单片机串行通信	185
7.1 串行通信原理	185
7.1.1 并行通信与串行通信	185

7.1.2	同步与异步串行通信	186
7.1.3	波特率和数据传输率	187
7.1.4	串行通信的制式	187
7.1.5	串行通信接口标准	188
7.1.6	串行通信的校验	191
7.2	51 单片机串行通信	191
7.2.1	51 单片机串行口结构	192
7.2.2	51 单片机串行口工作方式	194
7.2.3	波特率设计	197
7.2.4	51 单片机串行口使用	199
7.3	51 单片机串行通信编程	199
7.3.1	同步方式通信编程	200
7.3.2	异步方式通信编程	201
7.4	51 单片机与 PC 机串行通信编程	206
7.4.1	电路连接方式	206
7.4.2	串口调试助手	209
7.4.3	PC 端编程	209
7.4.4	单片机与 PC 机通信的实验例程	215
	本章小结	216
	本章习题	216
第 8 章	数模和模数转换	217
8.1	数模和模数转换概述	217
8.2	D/A 转换器	218
8.2.1	D/A 转换器的结构与工作原理	218
8.2.2	DAC0832	221
8.2.3	单片机与 DAC0832 的接口电路设计	222
8.3	A/D 转换器	225
8.3.1	A/D 转换的步骤	225
8.3.2	A/D 转换器的工作原理与结构	226
8.3.3	ADC0809	227
8.3.4	单片机与 ADC0809 的接口电路设计	228
	本章小结	229
	本章习题	229
第 9 章	单片机的总线扩展技术	231
9.1	I ² C 串行总线	231

9.1.1	I ² C 串行总线概述	231
9.1.2	I ² C 总线数据传送的规定	232
9.1.3	51 单片机与 I ² C 串行总线器件的接口	236
9.1.4	利用 I ² C 实现 AT24C01 存储器扩展	239
9.2	SPI 串行总线	244
9.2.1	SPI 总线的组成及工作原理	244
9.2.2	利用 SPI 总线实现 DS1302 串行时钟扩展	247
9.3	单总线	257
9.3.1	单总线结构	257
9.3.2	单总线命令序列	257
9.3.3	数字温度传感器 DS18B20	258
9.3.4	DS18B20 与单片机接口	262
	本章小结	266
	本章习题	267
第 10 章	单片机应用系统设计方法及举例	268
10.1	单片机应用系统开发的一般方法	268
10.1.1	确定任务需求	269
10.1.2	总体设计	269
10.1.3	硬件电路设计	269
10.1.4	软件设计	272
10.1.5	系统调试	272
10.1.6	设计定型	272
10.2	单片机应用系统开发举例	273
10.2.1	设计要求	273
10.2.2	各模块方案选择与论证	273
10.2.3	系统硬件电路设计	274
10.2.4	系统软件程序设计	277
	本章小结	279
	本章习题	279
	参考文献	281

第1章 单片机概述

【本章目标】

- 了解微型计算机与单片机之间的关系
- 了解单片机与嵌入式控制系统的关系
- 了解单片机的发展历程与发展趋势
- 了解 51 系列单片机的特点、分类及应用
- 了解单片机应用系统结构与开发的一般方法

本书主要讨论单片机的片上资源及其应用。为了更好地学习本书,本章首先介绍了单片机的概念、单片机和微型计算机的区别以及单片机与嵌入式控制系统的关系。了解单片机的发展与单片机的产品近况可以更好地认识单片机。

1.1 什么是单片机

本节首先概述微型计算机与单片机之间的关系,并给出单片机的定义,最后描述单片机与嵌入式控制系统的关系。

1.1.1 微型计算机

从 1946 年第一台电子数字计算机在美国宾夕法尼亚大学诞生以来,计算机的发展经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路 5 个阶段。但目前,其结构仍然没有突破 1946 年冯·诺依曼提出的计算机的经典结构框架。冯·诺依曼提出的“五大设备”、“存储程序控制”和“二进制表示和运算”的思想,构建了计算机的经典结构。

在计算机技术发展到了 20 世纪 70 年代中后期,随着大规模与超大规模集成电路技术的发展,集成电路芯片的集成度不断提高,这时可以将计算机中的两个重要功能部件运算器与控制器集成到一个芯片中,这样微处理器(Micro Processor Unit, MPU)就产生了。

以微处理器为核心,再配上存储器和 I/O 接口电路,各部分通过总线相连就构成了微型计算机(图 1-1)。在微型计算机的基础上,再配上 I/O 设备、系统软件和应用软件便构成了完整的微型计算机系统(人们常称之为“微机”或“PC”)。

微型计算机和其他计算机(大型机、小型机)没有本质上的区别,它们的体系结构大多数是冯·诺依曼结构,也就是说,它们都是由运算器、控制器、存储器和输入输出设备五大功能部件组成,它们的基本工作原理都是存储程序控制。不同的是,微型计算机广泛采用了集成度相当高的器件和部件,从而具有体积小、功耗低、价格低廉等一系列优点,这些优点使得微

型计算机迅速走出机房,得到了广泛的应用。

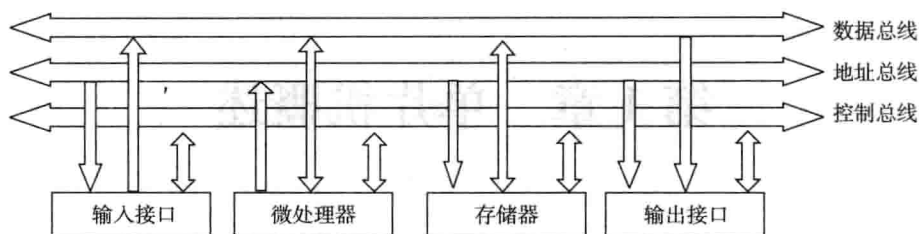


图 1-1 微型计算机的组成

1.1.2 单片机的概念

虽然微型计算机已经应用在许多领域,但微型计算机的体积还是不能满足一些测控领域的应用需求。在这些领域里,希望有一台体积更小的计算机来运行一些控制程序以满足测控系统的需求,最好这个计算机能嵌入到测控器的内部,在这样的背景下单片机就产生了。

单片机就是在一片半导体硅片上集成了微处理器、存储器和 I/O 接口电路的简单微型计算机。这样一块集成电路芯片相当于一个更加简化的微型计算机,也能在程序的控制下工作,因此被称为“单片微型计算机”,简称“单片机”。

有些单片机功能比较齐全,能满足大多数场合的应用,称之为“通用单片机”;有些单片机是专门为某一应用领域研制的,突出某一功能,称之为“专用单片机”,例如,各种家用电器中的控制器等。由于特定用途,单片机芯片制造商常与产品厂家合作,设计和生产“专用”的单片机芯片。由于在设计中,已经对“专用”单片机的系统结构最简化、可靠性和成本的最佳化等方面都做了全面的综合考虑,从而“专用”单片机在其特定的应用场合具有十分明显的优势。

无论“专用”单片机在用途上有多么“专”,其基本结构和工作原理都是以通用单片机为基础。本书介绍的是通用单片机。

单片机的产生是计算机技术发展史上的一个重要里程碑,标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。

1.1.3 单片机与嵌入式控制系统

单片机使用时,通常是处于测控系统的核心地位并嵌入其中,所以国际上通常把单片机称为“嵌入式微控制器”(Embedded MicroController Unit, EMCU),或“微控制单元”(Micro Control Unit, MCU)。我国则习惯于使用“单片机”这一名称。

通常,把嵌入某种微控制器的测试和控制系统称为“嵌入式控制系统”(Embedded Control System)。嵌入式控制系统在航空航天、机械电子、家用电器等各个领域都有广泛应用,MP3、MP4、数码相机、扫描仪、车载电视、DVD、PDA、手机等,到处都可以看到嵌入式控制系统的应用。

嵌入式控制系统由于其内嵌的微处理器不同,在应用上大致分为两个层次。在系统简

单、要求不高,成本低的应用领域,大多采用4位、8位或16位的单片机;随着嵌入式控制系统与Internet的逐步结合,PDA、手机、路由器、调制解调器等复杂的高端应用对嵌入式控制器提出了更高的要求,在少数高端应用领域以ARM技术为基础的32位单片机得到越来越多的青睐。嵌入式控制系统在高端应用领域还分为有嵌入式操作系统支持和没有嵌入式操作系统支持两种情况。

从应用的角度上来说,4位、8位、16位与32位单片机,不但在处理能力、运算速度上不同,而且价格也有差异,其应用场合也各不相同。在一些简单控制领域,可选择4位或8位单片机;在需要高速数据处理和复杂接口的应用场合,可选择32位单片机(或16位)。

从学习的角度来说,掌握了8位单片机的使用方法,可以完成一般嵌入式控制系统的设计,并为进一步学习16位和32位单片机打下基础。

1.2 单片机的发展

本节介绍单片机的发展历程、发展趋势以及单片机产品近况。

1.2.1 单片机的发展历程

单片机的发展大致分为4个阶段。

第一阶段(1974—1976年):初级探索阶段。因工艺限制,采用双片形式,且功能简单。1974年12月,仙童公司推出了8位的F8单片机,实际上只包括了8位CPU、64B RAM和2个并行口。

第二阶段(1976—1978年):低性能单片机完善阶段。以Intel公司的MCS-48为代表。MCS-48的推出是在工控领域的探索,参与这一探索的公司还有Motorola、Zilog等,都取得了满意的效果。这就是SCM(Single Chip Microcomputer)的诞生年代,“单片机”一词即由此而来。1977年GI公司推出了PIC 1650,但这个阶段处于低性能阶段。

第三阶段(1978—1983年):高性能单片机阶段。1978年,Zilog公司推出Z8单片机,1980年,Intel公司在MCS-48基础上推出了完善的、典型的单片机系列MCS-51,极大地促进了单片机的变革和发展。Motorola推出6801单片机,使单片机的性能及应用跃上新的台阶。此后,8位单片机迅速发展,推出的单片机普遍带有串行I/O口、多级中断系统、16位定时器/计数器,片内ROM、RAM容量加大,有的片内还带有A/D转换器。由于这类单片机的性能价格比高,所以被广泛应用,是目前应用数量最多的单片机。

第四阶段(1983—现在):8位单片机巩固发展及16位单片机、32位单片机推出阶段。16位典型产品Intel公司的MCS-96系列单片机,而32位单片机除了具有更高的集成度外,其数据处理速度比16位单片机提高许多,其性能比8位、16位单片机更加优越。20世纪90年代是单片机制造业大发展时期,Motorola、Intel、Atmel、德州仪器(TI)、三菱、日立、飞利浦、LG等公司开发一大批性能优越的单片机,高速DSP,大寻址范围ARM,小型专用PIC等单片机,极大地推动了单片机的发展与应用。

1.2.2 MCS-51系列单片机

20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速,世界上一些著名厂商投放市场的产品就有数百个机型,其中 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机是一款设计成功、使用广泛的机型。MCS 是 Intel 公司生产的单片机的系列符号,MCS-51 系列单片机是 Intel 公司在 MCS-48 系列的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,是最早进入我国,并在我国应用最为广泛的单片机机型之一,也是单片机应用的主流品种。

MCS-51 系列单片机主要包括基本型产品 8031、8051、8751(对应的低功耗型 80C31、80C51、87C51)和增强型产品 8032、8052、8752(对应的低功耗型 80C32、80C52、87C52)。在产品型号中带有字母“C”的为 CHMOS 芯片,不带有字母“C”的为 HMOS 芯片,CHMOS 工艺既保持了 HMOS 高速度与高密度的特点,还具有 CMOS 的低功耗的特点。

(1) 基本型产品

基本型产品为 8031、8051、8751。8031 内部包括 1 个 8 位 CPU、128 B RAM、21 个特殊功能寄存器、4 个 8 位并行 I/O 口、1 个全双工串行口、2 个 16 位定时器/计数器、5 个中断源,但片内无程序存储器,需外扩程序存储器 ROM 芯片。8051 是在 8031 的基础上,片内又集成有 4 KB ROM 作为程序存储器。ROM 内的程序是公司制作芯片时为用户烧制的(用户不能再改变 ROM 中的程序),主要用在程序已定且批量大的单片机产品中。

8751 与 8051 相比,片内集成的 4 KB 的 EPROM 取代了 8051 的 4 KB ROM 来作为程序存储器。用户可将程序固化在 EPROM 中,EPROM 中的内容可反复擦写修改。8031 外扩一片 4 KB 的 EPROM 就相当于一个 8751。

(2) 增强型产品

Intel 公司在基本型的基础上,推出增强型——52 子系列,典型产品为 8032、8052、8752。内部数据存储器 RAM 增到 256 B,8052 片内程序存储器扩展到 8 KB,16 位定时器/计数器增至 3 个,中断源为 6 个,串行口通信速率大大提高。

表 1-1 列出了基本型和增强型的 MCS-51 系列单片机片内的基本硬件资源。

表 1-1 MCS-51 系列单片机的片内硬件资源

	型号	片内程序 存储器	片内数据 存储器(B)	I/O 口线 (位)	定时器/ 计数器(个)	中断源 个数(个)
基本 型	8031	无	128	32	2	5
	8051	4 KB ROM	128	32	2	5
	8751	4 KB EPROM	128	32	2	5
增 强 型	8032	无	256	32	3	6
	8052	8 KB ROM	256	32	3	6
	8752	8 KB EPROM	256	32	3	6

MCS-51 系列单片机的代表性产品为 8051,其他同类单片机都是在 8051 的基础上进行了功能的增减。20 世纪 80 年代中期以后,Intel 公司已把精力集中在高档 CPU 芯片的研发上,逐渐淡出单片机芯片的开发和生产。由于 MCS-51 系列单片机设计上的成功,以及较高