

普通高等教育

电气信息类规划教材



免费下载电子教案

单片机 原理及应用

韩峻峰 海 涛 陈文辉 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育电气信息类规划教材

单片机原理及应用

韩峻峰 海 涛 陈文辉 等编著



机械工业出版社

本书详细介绍了 MCS51 单片机的硬件结构及指令系统,从实际应用出发介绍了 MCS51 单片机的汇编语言程序设计;介绍了单片机 C 语言基本知识及常用单片机 C 语言程序设计;介绍了常用的硬件接口设计及串行总线接口设计(如 I²C 总线和 SPI 总线);介绍了 MCS51 单片机应用系统的设计,并在附录中详细介绍了常用单片机开发环境—— μ Vision2 集成开发环境的使用。本书选取内容丰富且实用性强,书中的应用实例大多来自于工程实践和教学实践。

本书既可作为工科院校的本科生单片机课程的教学用书,也可以作为从事单片机研发、应用工作专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/韩峻峰等编著. —北京:机械工业出版社,2010.1
(普通高等教育电气信息类规划教材)
ISBN 978-7-111-29122-0

I. 单… II. 韩… III. 单片微型计算机-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 231585 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:时 静

责任编辑:时 静 李 宁

责任印制:李 妍

北京汇林印务有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·14.25 印张·351 千字

0001-3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29122-0

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育电气信息类规划教材
微机与嵌入式系统系列
编审委员会名单

(按拼音排序)

编委会主任

蔡启仲

编委会副主任

蔡启先 陈志新 程小辉 韩峻峰

编委会委员

陈文辉	代宣军	邓健志	邓 昀	方 华	郭毅锋
海 涛	胡 波	黄庆南	蒋存波	柯宝中	蓝红莉
李克俭	李梦和	林 川	罗功琨	马兆敏	潘绍明
宋华宁	吴启明	阮 忠	庄俊华		

出版说明

随着电子技术的快速发展，特别是由大规模集成电路的产生而出现的微型机，使现代科学研究和应用技术得到了质的飞跃，而嵌入式微控制器技术的出现则是给现代工业控制领域带来了一次新的技术革命。由嵌入式微控制器组成的系统，最明显的优势就是可以嵌入到任何微型或小型仪器和设备中。嵌入式系统最初应用主要以单片机系统为核心，一般认为，嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可剪裁，适用于应用系统的对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等部分组成。目前，嵌入式系统已广泛应用于国民经济的各个行业，如通信设备、仪器仪表、自动化装置、汽车船舶、航空航天、军事装备、消费类产品等。随着嵌入式系统的广泛应用，以及该领域对人才的迫切需求，嵌入式系统应用、开发的人才已成为电气信息类专业本科毕业生提高就业率新的增长点，这也给高等学校的人才培养提出了新的要求。因此，需要建立一个新的、基于计算机程序设计、微处理器技术、单片机、嵌入式系统非计算机专业的电气信息类专业的教学课程体系，以解决嵌入式技术发展对人才的需求，更好地适应当今信息技术高速发展的要求。

我们将“C 语言程序设计”、“微机原理及接口技术”、“单片机原理及应用”、“嵌入式系统及应用”四门电气信息类专业的重要课程以及其他相关的选修课程作为一个课程体系进行研究，并组织老师编写了这套教材，在编写思路，各课程的基本内容仍然保持各自的体系，注重各课程的相互衔接，避免内容重复，做到前后呼应，拓宽知识面，加强 C 语言编制程序能力的培养。

这套教材适用于电气信息类本科专业的教学。我们期望这套教材能够对电气信息类专业广大教师的教学和学生的学习有所帮助，也能够对参加全国大学生电子设计竞赛的大学生有所帮助。

机械工业出版社

前 言

微型计算机自 20 世纪 70 年代诞生以来,得以迅速发展、普及和应用,对科学研究和生产生活起到了巨大的推动作用。随着微处理器的出现,单片微型计算机(简称单片机)技术已成为计算机技术中一个独特的分支,由于具有体积小、价格低、功能强的特点,其应用领域越来越广泛,特别是在工业控制、智能仪器仪表研发等领域中,发挥着越来越重要的作用。

本书是微机与嵌入式系统系列教材之一,在详细阐述单片机原理及结构的基础上,注重与系列教材《C 语言程序设计》、《微机原理及接口技术》、《嵌入式系统及应用》等内容的衔接,引入了工程设计中常用的总线及接口技术(如 I²C、SPI 等)、单片机的 C51 程序设计及 KEIL C51 开发环境等内容,对提高学生单片机技术的工程实践综合能力、加强 C 语言的应用能力具有较高的实际应用价值。

全书共分为 10 章,第 1~6 章详细介绍了 MCS51 单片机的硬件结构、指令系统与汇编语言程序设计、MCS51 单片机定时/计数器、中断系统原理与应用、串行通信及其应用。第 7 章和第 8 章介绍单片机的系统扩展及接口技术,如存储器、I/O 接口、微型打印机、键盘接口、显示器接口、A/D 和 D/A 转换器接口等,并介绍了各种接口的驱动程序,I²C 总线、SPI 总线在内的串行总线接口的时序和接口驱动程序。第 9 章介绍了 MCS51 单片机的 C51 程序设计。第 10 章从实际应用出发详细介绍了单片机应用系统的开发过程、单片机应用系统的可靠性设计、常用单片机开发工具及单片机系统应用实例。附录 A 为 MCS51 指令集。在附录 B 中,详细介绍了单片机开发环境—— μ Vision2 集成开发环境的使用及用户程序的调试过程。

全书的参考学时为 40~60 学时。教师可根据实际情况,对书中的内容进行取舍。

本书由广西工学院韩峻峰完成了第 1 章和第 7 章的编写及全书的统稿工作。海涛完成第 4 章和第 5 章的编写工作,方华完成第 10 章的编写工作,陈文辉完成第 6 章、第 9 章和附录 B 的编写工作;马兆敏完成第 2 章的编写工作;柯宝中完成第 8 章的编写工作;阮忠完成第 3 章和附录 A 的编写工作。

由于时间紧迫,书中错误及疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 单片机的基本概念	1
1.2 单片机的发展	1
1.2.1 单片机的发展概况	1
1.2.2 单片机技术的发展	3
1.3 单片机的特点及应用	4
1.3.1 单片机的特点	4
1.3.2 单片机的应用	5
1.4 常用的单片机	6
1.4.1 MCS51 系列单片机	6
1.4.2 8051 内核单片机	7
1.4.3 其他单片机	9
第 2 章 MCS51 单片机的硬件结构	10
2.1 MCS51 单片机的内部结构与引脚功能	10
2.1.1 MCS51 单片机的基本组成	10
2.1.2 引脚功能	11
2.2 中央处理单元	13
2.2.1 运算部件	13
2.2.2 控制部件	14
2.2.3 时钟电路与 CPU 时序	15
2.3 存储器结构	17
2.3.1 程序存储器	17
2.3.2 数据存储器	17
2.3.3 特殊功能寄存器区	19
2.4 并行输入/输出接口	21
2.4.1 P1 口	21
2.4.2 P0 口	22
2.4.3 P2 口	23
2.4.4 P3 口	23
2.5 复位状态与复位电路	24

2.5.1	复位状态	24
2.5.2	复位电路	25
2.5.3	“看门狗”技术	26
2.6	MCS51 单片机的低功耗方式	27
2.6.1	方式设定	28
2.6.2	等待工作方式	28
2.6.3	掉电工作方式	28
2.7	思考题与习题	28
第3章	指令系统与汇编语言程序设计	30
3.1	指令系统简介	30
3.2	指令的格式	30
3.3	MCS51 单片机的寻址方式	31
3.3.1	立即寻址	31
3.3.2	直接寻址	31
3.3.3	寄存器寻址	31
3.3.4	寄存器间接寻址	32
3.3.5	变址寻址	32
3.3.6	位寻址	32
3.3.7	相对寻址	33
3.4	指令系统分类介绍	34
3.5	MCS51 单片机汇编语言程序设计	38
3.6	伪指令	39
3.7	汇编语言程序设计举例	41
3.7.1	顺序程序设计	41
3.7.2	分支程序设计	43
3.7.3	循环程序设计	45
3.7.4	位操作程序设计	48
3.8	思考题与习题	49
第4章	MCS51 单片机定时/计数器	51
4.1	MCS51 单片机定时/计数器概述	51
4.2	定时/计数器的结构	52
4.2.1	定时/计数器方式寄存器	52
4.2.2	定时/计数器控制寄存器	53
4.2.3	定时/计数器的工作原理	53
4.3	定时/计数器的工作方式及其应用	53
4.3.1	方式0 及其应用	53
4.3.2	方式1 及其应用	55
4.3.3	方式2 及其应用	56
4.3.4	方式3 及其应用	57

4.3.5 定时/计数器应用的其他问题	59
4.4 思考题与习题	59
第5章 中断系统原理与应用	61
5.1 中断系统基本概念	61
5.1.1 中断	61
5.1.2 中断的嵌套和中断系统的结构	61
5.2 MCS51 单片机的中断系统及其管理	62
5.2.1 MCS51 单片机中断系统结构	62
5.2.2 中断请求源	63
5.2.3 中断控制	64
5.3 单片机响应中断的条件及响应过程	66
5.3.1 单片机响应中断的条件	66
5.3.2 中断的响应过程	66
5.3.3 外部中断的响应时间	67
5.3.4 外部中断的触发方式选择	67
5.3.5 中断请求的撤销	68
5.3.6 单片机的中断响应过程	69
5.3.7 中断服务程序的设计	69
5.4 定时/计数器作为外部中断源的使用方法	71
5.5 思考题与习题	73
第6章 串行通信及其应用	74
6.1 数据通信的基本概念	74
6.1.1 数据通信的传输方式	74
6.1.2 串行数据通信的两种形式	74
6.2 串行口的结构	75
6.2.1 串行口控制寄存器	75
6.2.2 电源控制寄存器	76
6.3 串行口的工作方式	77
6.3.1 方式0	77
6.3.2 方式1	77
6.3.3 方式2	78
6.3.4 方式3	79
6.4 RS-232 总线及接口电路	80
6.5 串行通信应用	81
6.5.1 波特率设定	81
6.5.2 串行口应用	83
6.6 思考题及习题	86
第7章 单片机的系统扩展	88
7.1 单片机的系统扩展概述	88

7.1.1	单片机系统总线	88
7.1.2	单片机系统总线构造	89
7.1.3	单片机系统总线驱动能力扩展	91
7.1.4	单片机存储器地址空间分配和一般扩展方法	92
7.2	程序存储器的扩展及应用	96
7.2.1	常用 EPROM 芯片介绍	96
7.2.2	EPROM 芯片的工作方式	97
7.2.3	程序存储器的扩展	97
7.3	数据存储器的扩展及应用	99
7.3.1	常用的静态数据存储器芯片介绍	99
7.3.2	RAM 芯片的工作方式	100
7.3.3	数据存储器的扩展	101
7.4	程序存储器和数据存储器的综合扩展	102
7.5	并行 I/O 口的扩展	103
7.5.1	8155 芯片介绍	103
7.5.2	8155 工作方式	106
7.5.3	8155 与单片机的接口及应用	107
7.6	思考题与习题	110
第 8 章	单片机接口技术	111
8.1	键盘接口	111
8.1.1	键盘的组成	111
8.1.2	键盘接口的工作原理	112
8.1.3	键盘的工作方式	115
8.2	显示器接口	115
8.2.1	LED 显示器接口原理	115
8.2.2	LED 显示器工作原理	117
8.3	A/D 转换器接口	118
8.3.1	A/D 转换器原理	118
8.3.2	A/D 转换器应用	121
8.4	D/A 转换器接口	125
8.4.1	D/A 转换器原理	125
8.4.2	D/A 转换器应用	129
8.5	I ² C 总线接口	135
8.5.1	I ² C 总线概述	135
8.5.2	单片机的 I ² C 总线接口及应用	137
8.6	SPI 总线接口	142
8.7	思考题及习题	144
第 9 章	MCS51 单片机的 C51 程序设计	145
9.1	C51 编程概述	145

9.1.1	概述	145
9.1.2	KEIL 8051 开发工具	145
9.1.3	C51 程序开发过程	145
9.1.4	C51 程序结构	146
9.2	C51 的数据类型及存储类型	146
9.2.1	C51 的基本数据类型	146
9.2.2	C51 的数据存储类型和存储模式	148
9.2.3	单片机特殊功能寄存器及其 C51 定义	149
9.3	C51 的基本运算	149
9.3.1	C51 的算术运算	149
9.3.2	C51 的关系运算	150
9.3.3	C51 的逻辑运算	151
9.3.4	C51 的位运算	151
9.3.5	C51 的复合赋值运算符	152
9.4	C51 流程控制语句	152
9.4.1	选择控制语句	152
9.4.2	循环语句	153
9.5	C51 函数	154
9.5.1	函数的分类与定义	155
9.5.2	函数的调用	155
9.5.3	中断服务函数和寄存器组定义	156
9.6	预处理器	158
9.6.1	宏定义	158
9.6.2	文件包含	159
9.6.3	条件编译	159
9.7	C51 库函数	160
9.8	C51 程序设计举例	162
9.8.1	MCS51 单片机内部资源的 C51 编程	162
9.8.2	8051 单片机扩展资源的 C51 编程	169
第 10 章	单片机应用系统的开发与实例	178
10.1	单片机应用系统的开发过程	178
10.1.1	需求分析与可行性论证	178
10.1.2	硬件电路设计原则	179
10.1.3	软件设计原则	180
10.1.4	软、硬件测试与程序固化	180
10.2	单片机应用系统的可靠性设计	181
10.2.1	硬件抗干扰技术	181
10.2.2	软件抗干扰设计	182
10.3	单片机的开发工具	182

10.4 单片机数据采集系统	184
10.4.1 设计要求	185
10.4.2 系统硬件电路设计	185
10.4.3 软件设计	186
10.5 智能家电远程电话遥控系统	188
10.5.1 设计要求	188
10.5.2 硬件电路设计	189
10.5.3 软件设计	195
附录	196
附录 A MCS51 指令集	196
附录 B μ Vision2 集成开发环境使用	201
参考文献	215

第1章 绪 论

微型计算机自 20 世纪 70 年代诞生以来,得以迅速发展、普及和应用,对科学研究和生产生活起到了巨大的推动作用。随着微处理器的出现,单片微型计算机(简称单片机)技术已成为计算机技术中的一个独特的分支,由于具有体积小、价格低、功能强的特点,其应用领域越来越广泛,特别是在工业控制、智能仪器仪表研发等领域中发挥着越来越重要的作用。

本章将介绍单片机的基本概念、发展历史以及单片机的特点及应用,并对 MCS51 系列单片机和 8051 内核单片机进行介绍。

1.1 单片机的基本概念

单片机(Single Chip Microcomputer, SCM),又称为微控制器(Microcontroller)。它是指在一块半导体芯片上集成了构成计算机的基本要素,主要包括中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、定时/计数器(C/T)、中断系统及输入输出(I/O)接口电路等计算机功能部件。一块芯片就相当于一台计算机,故称为单片机。

随着科技发展和集成电路技术的进步,单片机内部甚至还可集成 HSO、HSI、A/D 转换器、PWM 等被称为“片内外设”的特殊功能部件,进一步拓展了单片机的功能。

由于单片机无论从功能还是形态来说都是按照控制领域使用计算机的要求而诞生的,单片机主要应用于测控领域,用以实现各种测试和控制功能,所以为强调其控制属性,准确反映单片机本质的名称应该是微控制器。目前,国外大多数厂家、学者已普遍改用 Microcontroller Unit 一词来代替 SCM,缩写为 MCU,形成了单片机界公认的、最终统一的名词。在国内,大部分工程技术人员仍习惯于使用“单片机”这一名称,因此,本书仍以“单片机”这一名称进行介绍。

1.2 单片机的发展

1.2.1 单片机的发展概况

单片机的历史虽然短暂,但发展却十分迅猛。1971 年美国 Intel 公司首先研制出 4 位单片机 4004,1975 年美国 Texas 仪器公司推出 TMS1000 系列 4 位单片机,到现在,单片机从 4 位、8 位发展到 16 位、32 位,种类已有几百种,集成度愈来愈高,功能愈来愈强,应用也愈来愈广。单片机的发展大致可分为 5 个阶段。

1. 4 位单片机阶段

自 1971 年美国 Intel 公司首先研制出 4 位单片机 4004 以来,各个计算机生产公司竞相

推出各自的 4 位单片机。例如，美国国家半导体公司（National Semiconductor, NS）的 COP402 系列、日本电气公司（NEC）的 μ PD75XX 系列、美国洛克威尔公司（Rockwell）的 PPS/1 系列，日本松下公司的 MN1400 系列及富士通公司的 MB88 系列等。4 位单片机推出之初，主要应用于家用电器、计算器及电子玩具等初级电子产品。这一阶段属于单片机的萌芽阶段。

2. 中、低档 8 位机阶段

1976 年 9 月，美国 Intel 公司推出了 MCS48 系列 8 位单片机，其特点是采用了专门的结构设计，片内集成了 8 位 CPU，8 位并行 I/O 口，8 位定时/计数器及 RAM、ROM 等，可满足一般工业控制的需求，不足之处是没有串行口，中断处理比较简单。此后，单片机发展进入了一个新的阶段，8 位单片机纷纷应运而生。例如，摩托罗拉（Motorola）公司的 6801 系列，Zilog 公司的 Z8 系列，Rockwell 公司的 6501、6502 等。此外，日本的 NEC 公司、日立公司等也推出了具有特色的初级 8 位单片机产品。

在这期间，由于受集成电路工艺的限制，单片机集成度较低，一般没有串行接口，并且寻址的范围小（一般小于 4KB），这一阶段属于单片机发展阶段。

3. 高档 8 位机阶段

随着集成电路工艺水平的提高，在 1978 ~ 1983 年期间，一些高性能的 8 位单片机相继问世。其中，最有代表性的就是 Intel 公司于 1980 年推出的 MCS51 系列单片机。MCS51 单片机是在 MCS48 的基础上发展起来的，其技术特点是完善了外部总线，并确立了单片机的控制功能。它带有串行接口和多个 16 位定时/计数器，具有两级中断功能，片内的 RAM、ROM 容量增大。虽然它仍然是 8 位单片机，但其功能有很大的增强，属于高档 8 位单片机。

在高档 8 位机的基础上，单片机的功能进一步得到提高，近年来相继推出了超 8 位单片机，如 Intel 公司 8X252、UPI-45283C152，Motorola 公司的 MC68HC，Zilog 公司的 Super8 等。它们不仅扩大了片内存储器容量，更重要的是还增加了通信、DMA 传输及高速 I/O 等功能。这类单片机性价比较高，是目前应用最为广泛的单片机。

4. 16 位机阶段

1983 年以后，16 位单片机逐渐问世。代表产品有 Intel 公司 1983 年推出的 MCS96 系列、1987 年推出的 80C96、美国国家半导体公司的 HPC16040、NEC 公司的 783XX 系列、Siemens 公司的 80C167、Hitachi 公司的 H8 和 Motorola 公司的 M68HC16 等。

新型 16 位单片机 CPU 采用类精简指令集（RISC）结构或具有数字信号处理（DSP）处理功能，片内存储器容量进一步加大，主要增强了 I/O 处理能力，加快了中断处理，具有高速数据传送和多种协议的数据通信等功能。例如，MCS96 系列片内含 16 位 CPU、8 KB ROM、232 B RAM、5 个 8 位并行 I/O 口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时/计数器、8 级中断处理系统，还具有多种 I/O 功能，如高速输入/输出（HSIO）、脉冲宽度调制（PWM）输出、特殊用途的监视定时器（Watchdog）；NS 公司的 HPC46400 和 Hitachi 公司的 H8/536 具有直接存储器访问（DMA）功能，Intel 公司的 80C196 有类似于 DMA 的外设传输服务（PTS）功能，80C196K 具有同步串行 I/O 等。此外，期间出现的 32 位单片机除了具有更高的集成度外，其主频更高，从而使单片机数据处理速度得以大幅度提高，性能更加优越。这一阶段进一步拓展了单片机的应用范围。

5. 单片机全面发展阶段

这一阶段单片机的显著技术特点是全速发展单片机的控制功能。单片机的首创公司 Intel 将其 MCS51 系列中的 8051 CPU 内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名半导体芯片制造厂商, 如 Atmel、Philips、Motorola、Siemens、OKI、Dallas、NEC、SST、华邦等都生产各种 8051 及其派生型单片机, 8051 单片机事实上已经成为单片机结构标准。这些公司的产品都在保持与 8051 单片机兼容的基础上增强了 8051 的许多特性, 改善其结构, 加强了外围电路功能, 突出了单片机的控制功能, 使实时处理能力更强, 集成了测控系统常用的模/数转换器、数/模转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等“外围电路”, 进一步突出了单片机的微控制器特征。

为了进一步减少单片机外部引线和体积, 出现了为满足串行外围扩展要求的串行总线及接口, 如 I²C (Inter-Integrated Circuit)、SPI (Serial Peripheral Interface)、MICROWIRE 等串行总线及其接口。同时, 带有这些接口的各种外围芯片也应运而生, 使得单片机与外部接口电路连线简单, 从而得到各公司的广泛重视。

随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用, 高速、大寻址范围、强运算能力、低成本的 8 位、16 位乃至 32 位的通用及专用单片机并存, 成为当前阶段单片机发展的显著特征。

1.2.2 单片机技术的发展

单片机技术的发展趋势是进一步向着低电压、低功耗、外围电路内装化、高度集成化、大容量、低价格等方向发展。

1. 低电压及低功耗, 不断提高便携性

MCS51 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, 随着互补金属氧化物半导体 (CMOS)、高性能金属氧化物半导体 (HMOS) 和互补高性能金属氧化物半导体 (CHMOS) 等工艺的广泛采用和改进, 单片机功耗也越来越低。Motorola 最近推出的 M. CORE 可在 1.8 V 电压下以 50M/48MIPS 全速工作, 功率约为 20 mW。单片机允许使用的电源电压范围也越来越宽, 一般都能在 3 ~ 6 V 范围内工作, 有的单片机已能在 1.2 V 或 0.9 V 电压下工作。几乎所有的单片机都有等待、掉电等节电运行模式, 单片机功耗已从 mA 级降到 μ A 级, 甚至 1 μ A 以下, 一粒纽扣电池就可以长期工作。

2. 外围电路内装化及高度集成化, 加强单片机功能

现在的许多单片机都具有多种封装形式, 其中表面封装 (SMD) 越来越受欢迎, 使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

目前, 单片机普遍都是集成了 CPU、RAM、ROM、串 (并) 行和通信接口、中断系统、定时电路、时钟电路等。随着集成电路工艺的改进, 将各种“外围功能”器件集成在芯片内是单片机技术发展的又一趋势。例如, 片内可集成模/数转换器、数/模转换器、脉宽调制器、监视定时器、DMA 控制器等, LED、LCD 或 VFD 显示驱动电路也开始集成在单片机内部。单片机集成的功能电路越多, 性能就越强, 功能也就越完善。

3. 大容量、低价格, 改善单片机性能

单片机内的 ROM 一般为 1 ~ 4 KB, RAM 为 64 ~ 128 B, 在一些特殊应用场合, 存储容量不够, 不得不外接扩充。为了简化结构, 需要加大片内集成的存储器容量。目前, 单片机片

内 ROM 最大可达 64 KB, RAM 最大可达 1 MB; 同时单片机的体积越来越小, 价格更便宜; 有些单片机采用双 CPU 结构, 以提高处理能力; 有些单片机采用了精简指令集结构和流水线技术, 大幅提高了运行速度。现在指令速度可达 100 ns, 有些单片机增加数据总线宽度, 内部采用 16 位数据总线, 数据处理能力明显优于一般 8 位单片机, 同时加强了位处理功能、中断和定时控制功能, CPU 的性能得到进一步的改善, 系统性能和控制可靠性得到进一步提高。

4. 应用在片编程技术, 改进开发环境

由于闪存存储器 (Flash ROM) 的出现及使用, 推出了在系统编程技术 (In System Programmable, ISP)。在 PC 机上编好的程序通过所建立的 SPI 或其他串行接口直接传输并且烧录到单片机的闪存上, 大大简化了应用系统结构。

5. 增强 I/O 功能, 扩展应用领域

为减少外部驱动芯片, 进一步增强单片机 I/O 口的驱动能力, 在单片机中尽可能多地把应用所需的各种功能的 I/O 口都集成在芯片内部, 有的单片机可直接输出大电流和高电压, 以便直接驱动显示器。为进一步加快 I/O 口的传输速度, 有的单片机还设置了高速 I/O 口, 以最快的速度触发外部设备和响应外部事件, 使单片机 I/O 功能更加强大。

6. 多种单片机共存, 应用系统协调发展

自单片机诞生至今, 已发展为几百个系列的上万个机种, 4 位发展到 8 位、16 位、32 位, 就当前市场看, 市场主流为 8 位产品, 32 位产品市场正在逐步成长。

8 位单片机主要功能是做控制, 由于价格低廉、功能适度而成为应用的主体, 占据近六成以上的市场份额, 并且还在不断增长。随着移动通信、网络技术等高性能新应用的增长, 32 位单片机, 特别是 32 位的嵌入式结构 RISC-DSP 双核的单片机得到了长足的发展, 而针对 32 位的单片机产品, 包括数码相机、手机等便携式数码产品及功能更复杂、应用更先进的信息家电、汽车电子等市场促进了 32 位单片机产品需求的增长。可以预见, 现有的 8 位、16 位和 32 位机将在相当长的时期内并存, 并朝功能更强、集成度和可靠性更高、功耗更低及使用更方便的方向发展。

1.3 单片机的特点及应用

1.3.1 单片机的特点

单片机由于集成度很高, 一块芯片就是一台计算机, 所以这种特殊的结构形式与通用微型计算机相比较, 在某些应用领域承担了大中型计算机和通用微型计算机无法完成的一些工作, 其主要特点如下:

1. 体积小, 重量轻, 功耗低, 性价比好

单片机的高性能、低价格是其显著特点, 为提高速度和效率, 有的单片机开始采用 RISC 流水线和 DSP 设计技术, 使单片机性能明显优于同类微处理器; 增加的 I²C 串行总线、SPI 串行接口等, 进一步简化了系统结构, 缩小了单片机体积, 而低功耗、低电压的特点又使得它便于生产便携式产品。许多单片机已经可以在 2.2 V 的电压下工作, 有的甚至能在 1.2 V 或 0.9 V 电压下工作, 功耗降为 μA 级, 一粒纽扣电池就可以长期工作。

2. 可靠性高

单片机本身是根据工业测控环境要求设计的，把各功能部件集成在一块芯片上，内部采用总线结构，减少了总线内部之间的连线，其信号通道受外界影响小，大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。另外，由于其体积小，对于强磁场环境易于采取屏蔽措施。单片机分为军用级、工业用级和民用级 3 个等级系列，其中军用级、工业级具有较强的适应恶劣环境工作的能力。

3. 控制功能强

为满足控制的要求，单片机的指令系统中均有极丰富的转移指令、I/O 口的逻辑操作及位处理功能等控制功能命令，其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. 易扩展

单片机的系统配置较典型、规范，与很多外围芯片可以直接连接，容易进行相应的扩展构成各种不同规模的应用系统。

1.3.2 单片机的应用

单片机的应用范围十分广泛，其中主要的应用领域如下：

1. 家用电器

这是单片机最早应用的领域之一。目前，国内外各种家用电器已普遍采用单片机代替传统的控制电路，如微波炉、电视机、电冰箱、空调、洗衣机、录像机、音响设备乃至许多高级电子玩具都配上了单片机，从而提高智能化程度，增强产品功能和性能，使人类生活更加舒适和方便。

2. 仪器仪表

这是单片机应用最多、最活跃的领域之一。由于单片机体积小、成本低、运用灵活，且易于产品化，所以它能方便地组装成各种智能化的控制设备和仪器仪表，做到机电一体化。其主要用于工业用智能仪器仪表、医疗器械、数字示波器等，不仅能提高测量精度和准确度，简化仪器硬件结构，减小仪器体积便于携带，还具有数据处理、分析和监控等功能，易于实现仪器仪表数字化和智能化。

3. 工业控制

这是单片机应用的主要领域。由于单片机本身是按工业测控环境要求设计的，面向控制，所以单片机能针对性地解决从简单到复杂的各种控制任务，获得最佳的性能价格比。其适用温度范围宽，在各种恶劣的环境下都能可靠工作，这是其他类型计算机无法相比的。无论过程控制、数据采集还是测控技术，都离不开单片机，单片机可以构成各种工业控制系统、数据采集系统等，同时可以方便地实现多机和分布式控制，使系统保持最佳工作状态，从而提高系统工作效率和产品质量。

4. 计算机外围设备与商用产品

目前，多数计算机外围设备，如图形终端机、传真机、复印机、打印机、绘图仪、硬盘驱动器、智能终端机等都使用了单片机，从而大大减轻了主机负担；此外，单片机也在一些商用产品，如自动售货机、电子收款机、电子秤等中得到广泛应用。

5. 信息技术领域的应用

随着单片机的全面发展，以单片机为主的嵌入式系统在互联网和 IT 技术领域得到很大