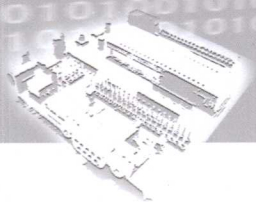




普通高等教育“十二五”规划电气信息类系列教材

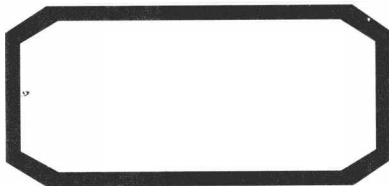


单片机原理 及应用

主 编 罗维平 李德骏



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



普通高等教育“十二五”规划电气信息类系列教材

单片机原理与应用

主 编 罗维平 李德骏
副主编 邱银安 吴玉蓉
参 编 田裕康 邹崇涛
沈满德 刘 丰



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十二五”规划电气信息类系列教材之一,系统地介绍 MCS-51 系列单片机及其应用系统的构成与设计方法,包括单片机基本概念、内部硬件结构、汇编和 C51 两种语言的编程及软件设计方法、系统功能扩展、串行总线接口、应用系统的硬件开发与软件设计方法及单片机中的兼容技术。本书还特别介绍了 3 个很有实际应用和参考价值的例子,详细介绍实例的硬件与软件设计的思路与方法。同一功能分别用汇编和 C51 两种语言来编程,读者可对比分析,有助于学习编程。各章均有内容提要 and 精选的练习题,以利于读者学习提高。

本书适合各类本科和专科院校及培训机构作为单片机类课程和培训的教材,特别适合学习单片机应用系统开发的读者,也可供各类电子工程、电气工程、自动化技术人员和计算机爱好者学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/罗维平 李德骏 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5609-7669-3

I. 单… II. ①罗… ②李… 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(2012)第 000339 号

单片机原理及应用

罗维平 李德骏 主编

策划编辑: 王红梅

责任编辑: 熊 慧

封面设计: 刘 卉

责任校对: 刘 竣

责任监印: 周治超

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)87557437

录 排: 武汉佳年华科技有限公司

印 刷: 华中科技大学印刷厂

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 22.75

字 数: 481 千字

版 次: 2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 39.80 元



华中大

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

前 言

单片机作为微型计算机的一个分支,具有功能强、体积小、应用灵活等诸多优点,在工业控制、仪器仪表、通信、家用电器和国防科技等各领域得到广泛的应用。随着集成电路技术的不断发展,单片机的性能在不断提高,其应用范围必将越来越宽广。

MCS-51 系列单片机在我国具有广泛的应用基础,其中的 8051 单片机技术开放,世界上众多的电子公司都开发和生产与 8051 单片机兼容的系列产品;同时,在其基本功能基础上还增加了具有各种各样功能模块的派生产品。这些产品与 8051 单片机具有相同的内核和指令系统。只要了解了 MCS-51 系列单片机,就可以灵活地选择和使用各种兼容 MSC-51 系列单片机的芯片。

1. 本书特色

(1) 本书最大的特点是按照单片机知识体系进行编写。例如,在内部资源章节,对单片机内部的并行口、串行口、定时/计数器和中断系统等模块一一进行介绍;在单片机系统的功能扩展章节,对存储器的扩展、输入/输出(I/O)口的扩展、数/模(D/A)转换电路接口、模/数(A/D)转换电路接口、键盘和显示器接口等分别进行了介绍。这样的编写形式使得单片机知识具有很强的系统性,也具有相对独立性,有助于读者自学和系统地掌握单片机的知识点。

(2) 第 4 章分别介绍了汇编语言与 C 语言两种语言的相关知识。特别是在本书的实例中,相同的功能用汇编语言和 C 语言分别实现,通过两种语言的编程对比,读者能够有选择地掌握一种编程语言,并认识另一种编程语言;同时,有助于分析、比较汇编语言和 C 语言的编程特点和异同。

(3) 第 5 章、第 6 章和第 9 章先后介绍了目前单片机常用的接口芯片,以及与单片机应用系统相关的串行总线和电磁兼容性问题,旨在提高读者自主、完善、可靠地设计、研发单片机应用系统的能力。

(4) 精心设计的单片机系统应用实例内容合理,由简到难,有代表性,有很强的实践性,希望能够帮助读者从系统方案设计到功能实现,从硬件设计到软件编程,系统地学习与掌握单片机应用系统的设计与开发的设计思路、设计方法和系统实现。

2. 内容安排

本书着重介绍 MCS-51 系列单片机的原理及应用系统的设计方法。

第 1 章“单片机概述”介绍单片机的基本概念、发展和主流芯片简介及应用等。第 2 章“MCS-51 系列单片机硬件结构”介绍 MCS-51 系列单片机的内部结构、工作

原理、存储器、并行口、片外引脚和时序电路等。第3章“MCS-51系列单片机编程语言”分别介绍单片机的汇编语言和C语言这两种编程语言的特点、寻址方式、指令系统及其应用实例。第4章“MCS-51系列单片机内部资源及编程”介绍MCS-51系列单片机内部的并行口、定时/计数器、中断系统和串行口的工作原理、内部结构、控制字、工作方式、初始化编程及应用等。第5章“MCS-51系列单片机系统功能扩展”介绍存储器扩展技术、A/D转换器和D/A转换器接口电路、键盘与显示器接口电路等的接口技术。第6章“单片机串行总线接口”介绍总线的基本概念及常用的串行接口,包括UART、I²C、SPI、CAN和1-Wire。第7章“单片机应用系统的开发与设计”介绍单片机开发工具及其选择依据、系统开发的一般过程、应用系统的基本组成及设计原则和Keil C51开发工具。第8章“单片机开发系统的应用实例”介绍抢答器、电子琴和电子密码锁三个应用实例的设计思路、硬件设计和软件设计。第9章“单片机应用系统的电磁兼容性问题”介绍了电磁兼容的基本概念、基本原理、常见的电磁兼容性问题,以及接地和如何控制噪声。

3. 使用范围

本书由武汉纺织大学和湖南工业大学的教师共同编写。全书由武汉纺织大学罗维平主编和统稿。第1章由湖南工业大学邱银安编写;第2章和第4章由武汉纺织大学罗维平编写;第3章由武汉纺织大学吴玉蓉编写;第5章由武汉纺织大学邹崇涛编写;第6章由武汉纺织大学李德骏编写;第7章由武汉纺织大学沈满德编写;第8章由武汉纺织大学田裕康编写;第9章由武汉纺织大学刘丰编写。

编者具有10多年的单片机原理及应用课程教学经验,在长期的教学、科研和产品开发的基础上,经过精心组织,编写了此教材。在内容编排上采用先易后难、先原理后应用的顺序;同时,书中有大量的图表和例题,并附有练习题,这些都能极大地帮助读者掌握单片机的原理和应用技术。

本书可作为工科、工程类院校或职业院校电类专业师生进行单片机教学的教材,也可作为大学生参加电子设计竞赛的课外用书,还可作为单片机爱好者自学的辅导用书。

在本书的编写和出版过程中,得到了武汉纺织大学电子与电气学院研究生和武汉纺织大学创新实践园电子设计分园区学生及华中科技大学出版社的大力支持,在此深表谢意!

受学识水平所限,书中难免有遗漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见和建议,以便编者进一步改进。

《单片机原理及应用》教材编写组

2012年1月

目 录

1 单片机概述	(1)
1.1 单片机的基本概念及主要特点	(1)
1.1.1 单片机的基本概念	(1)
1.1.2 单片机的主要特点	(2)
1.2 单片机的发展及主流单片机简介	(3)
1.2.1 单片机的发展	(3)
1.2.2 主流单片机简介	(5)
1.3 单片机的应用与选择	(15)
1.3.1 单片机的应用	(15)
1.3.2 单片机的选择	(16)
练习题	(16)
2 MCS-51 系列单片机硬件结构	(17)
2.1 MCS-51 系列单片机内部结构	(17)
2.1.1 MCS-51 系列单片机基本组成	(17)
2.1.2 MCS-51 系列单片机内部结构	(18)
2.1.3 MCS-51 系列单片机的 CPU	(18)
2.1.4 MCS-51 系列单片机的存储器结构	(19)
2.1.5 MCS-51 系列单片机的并行 I/O 口	(27)
2.2 MCS-51 系列单片机的外部引脚及片外总线	(32)
2.2.1 外部引脚	(32)
2.2.2 片外总线结构	(34)
2.3 MCS-51 系列单片机的系统时钟及时序	(35)
2.3.1 时钟电路	(35)
2.3.2 CPU 时序	(35)
2.4 MCS-51 系列单片机的工作方式	(39)
2.4.1 复位方式	(39)
2.4.2 程序执行方式	(41)
2.4.3 单步执行方式	(42)
2.4.4 掉电和节电方式	(42)
2.4.5 EPROM 编程和校验方式	(44)
练习题	(44)

3	MCS-51 系列单片机编程语言	(46)
3.1	编程语言种类及其特点	(46)
3.1.1	汇编语言的特点	(47)
3.1.2	C 语言的特点	(47)
3.1.3	C51 语言的特点	(48)
3.2	汇编语言	(49)
3.2.1	指令系统概述	(49)
3.2.2	寻址方式	(50)
3.2.3	指令系统	(55)
3.2.4	伪指令	(80)
3.3	C51 语言对标准 C 语言的扩展	(84)
3.3.1	关键字	(84)
3.3.2	数据类型	(85)
3.3.3	变量存储器类型	(87)
3.3.4	存储器模式	(88)
3.3.5	特殊功能寄存器	(90)
3.3.6	指针	(90)
3.3.7	绝对地址的访问	(92)
3.3.8	C51 函数的使用	(96)
3.4	C51 的库函数	(99)
3.4.1	内部函数 intrins. h	(99)
3.4.2	绝对地址访问函数 absacc. h	(101)
3.4.3	特殊功能寄存器函数 reg51. h	(102)
	练习题	(103)
4	MCS-51 系列单片机内部资源及编程	(111)
4.1	并行 I/O 口	(111)
4.2	中断系统	(115)
4.2.1	中断的概念	(115)
4.2.2	中断结构及控制	(116)
4.2.3	中断响应与撤销	(120)
4.2.4	中断系统的应用	(124)
4.3	定时/计数器	(128)
4.3.1	硬件结构	(129)
4.3.2	工作模式	(130)
4.3.3	初始化编程及应用	(134)
4.4	串行接口	(140)

4.4.1	通信的基本概念	(140)
4.4.2	串行口功能与结构	(144)
4.4.3	串行口的工作模式	(147)
4.4.4	串行口的编程及应用	(150)
	练习题	(162)
5	MCS-51 系列单片机系统功能扩展	(164)
5.1	接口技术中的一般方法	(164)
5.1.1	接口指令	(164)
5.1.2	接口信号与时序	(166)
5.1.3	地址的译码	(167)
5.2	存储器的扩展	(169)
5.2.1	存储器扩展概述	(169)
5.2.2	程序存储器的扩展	(170)
5.2.3	数据存储器的扩展	(172)
5.2.4	存储器综合扩展	(174)
5.3	I/O 口的扩展	(175)
5.3.1	简单 I/O 口的扩展	(175)
5.3.2	可编程 I/O 口的扩展	(176)
5.4	数/模转换电路接口技术	(184)
5.4.1	D/A 转换原理及技术指标	(184)
5.4.2	DAC0832 与单片机的接口	(186)
5.5	模/数转换电路接口技术	(189)
5.5.1	A/D 转换原理	(190)
5.5.2	ADC0809 与单片机的接口	(192)
5.6	单片机与键盘接口技术	(194)
5.6.1	键盘结构与工作原理	(194)
5.6.2	键盘扫描的控制方式	(199)
5.7	单片机与显示器接口技术	(202)
5.7.1	LED 显示器的结构与原理	(202)
5.7.2	LED 静态显示接口	(203)
5.7.3	LED 动态显示接口	(203)
	练习题	(207)
6	单片机串行总线接口	(208)
6.1	总线概述	(208)
6.1.1	定义	(208)
6.1.2	工作原理	(209)

6.1.3	分类	(209)
6.1.4	主要技术指标	(210)
6.1.5	采用总线结构的优点	(211)
6.1.6	采用总线结构的缺点	(211)
6.2	串行总线接口	(211)
6.2.1	UART 总线接口	(212)
6.2.2	I ² C 总线接口	(214)
6.2.3	SPI 总线接口	(226)
6.2.4	CAN 总线接口	(230)
6.2.5	单总线接口	(234)
	练习题	(240)
7	单片机应用系统的开发与设计	(241)
7.1	单片机开发工具及其选择依据	(241)
7.2	单片机应用系统开发的一般过程	(243)
7.3	单片机应用系统的基本组成	(247)
7.3.1	单片机应用系统的硬件部分	(247)
7.3.2	单片机应用系统的软件部分	(248)
7.4	单片机应用系统的硬件部分设计	(250)
7.4.1	设计原则	(250)
7.4.2	具体设计	(252)
7.5	单片机应用系统软件部分设计	(253)
7.5.1	设计特点	(253)
7.5.2	单片机应用系统资源分配	(254)
7.5.3	具体设计	(255)
7.5.4	开发工具	(255)
7.6	Keil C51 开发工具简介	(256)
7.6.1	Keil μ Vision 2 IDE 集成开发环境	(256)
7.6.2	项目创建	(261)
7.6.3	项目调试	(267)
	练习题	(272)
8	单片机开发系统的应用实例	(273)
8.1	抢答器设计	(273)
8.1.1	系统功能要求	(273)
8.1.2	系统方案设计	(274)
8.1.3	硬件电路设计	(275)
8.1.4	系统软件设计	(277)

8.2	电子琴设计	(282)
8.2.1	系统功能要求	(282)
8.2.2	系统硬件设计	(282)
8.2.3	系统软件设计	(282)
8.3	电子密码锁设计	(296)
8.3.1	系统功能要求	(296)
8.3.2	系统方案设计	(297)
8.3.3	系统硬件设计	(297)
8.3.4	系统软件设计	(297)
	练习题	(304)
9	单片机应用系统的电磁兼容性问题	(305)
9.1	电磁兼容的基本概念	(305)
9.2	电磁兼容的基本原理	(307)
9.2.1	常见的电磁兼容性问题	(307)
9.2.2	电磁环境特性	(308)
9.2.3	噪声耦合路径	(309)
9.2.4	印刷电路板走线的天线效应	(311)
9.2.5	系统内部电磁干扰产生的原因	(311)
9.3	提高电磁兼容性的措施	(312)
9.3.1	消除地电位不均匀	(312)
9.3.2	接地散热器的处理	(314)
9.3.3	时钟的电源滤波方法	(315)
9.3.4	集成电路的辐射	(316)
9.3.5	电路的布局与布线	(317)
9.4	旁路和去耦	(321)
9.5	接地	(324)
9.5.1	概述	(324)
9.5.2	接地模型	(325)
9.5.3	接地方法	(326)
9.5.4	消除接地环路	(329)
9.5.5	电路子卡与卡架之间的场耦合	(331)
9.5.6	I/O 连接器的设计考虑	(332)
9.6	控制噪声的经验小结	(332)
9.6.1	控制噪声源	(332)
9.6.2	从传输路径减小噪声的耦合	(333)
9.6.3	在信号接收端减小噪声的接收	(334)

练习题	(334)
附录 A MCS-51 系列单片机汇编指令表	(335)
附录 B C51 的库函数	(339)
B1 C51 的库文件	(339)
B2 C51 库函数的分类	(339)
B2.1 absacc.h	(340)
B2.2 ctype.h	(341)
B2.3 intrins.h	(341)
B2.4 math.h	(342)
B2.5 setjmp.h	(343)
B2.6 stdarg.h	(343)
B2.7 stddef.h	(343)
B2.8 stdio.h	(343)
B2.9 stdlib.h	(344)
B2.10 string.h	(344)
B3 C51 库函数说明	(345)
参考文献	(352)

1

单片机概述

通过本章的学习,学生可以了解单片机的基本概念、分类、主要特点、发展历史及趋势;掌握 MCS-51 系列、PIC 系列、Motorola 系列、TI 系列和日系等主流单片机的型号与应用及其选择原则。

1.1 单片机的基本概念及主要特点

1.1.1 单片机的基本概念

1946 年第一台电子计算机诞生至今,随着微电子技术和半导体技术的发展,计算机经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路四个阶段,现在计算机的体积更小,功能更强。特别是近 20 年时间里,计算机技术获得飞速发展,而作为计算机一个重要分支的单片机,更是在工业控制、科研、教育、国防和航空航天领域获得了广泛的应用。

所谓单片机,是单片微型计算机(single chip computer)的简称,它是将 CPU、RAM、ROM、定时/计数器及输入/输出(I/O)接口电路等计算机主要部件集成在一块芯片上形成的,所以单片机是芯片级微型计算机。有些学者认为准确反映单片机本质的称呼应是微控制器(microcontroller)。目前国外大多数厂家、学者已普遍改用 MCU(microcontroller-unit),以与 MPU(microprocessor-unit)相对应,也有人根据单片机的结构和微电子设计特点,将单片机称为嵌入式微处理器(embedded-microprocessor)或嵌入式微控制器(embedded-microcontroller)。尽管如此,国内仍沿用单片机一词,但其含义应是 microcontroller,而非 microcomputer。由于单片机

的这种特殊的结构形式,在某些应用领域中,它承担了大中型计算机和通用的微型计算机无法完成的一些工作。

单片机的分类如下。

1. 4 位/8 位/16 位/32 位

这是按照单片机内部数据通道的宽度来区分的。4 位单片机价格便宜,主要用于控制洗衣机和微波炉等家用电器及高档电子玩具。8 位单片机功能较强,价格低廉,品种齐全,广泛应用于工业控制、智能接口、仪器仪表等领域,特别是高档的 8 位机,是现在使用的主要机型。16 位单片机往往用于高速、复杂的控制系统。近年来,各计算机厂家已经推出更高性能的 32 位单片机,但在测控领域,32 位单片机的应用还很少。

2. 通用型/专用型

这是按单片机的适用范围来区分的。例如,80C51 是通用型单片机,它不是为某种专门用途设计的;专用型单片机是针对一类产品甚至某一个产品设计、生产的,例如,为了满足电子体温计的要求,在片内集成 A/D 转换器接口等功能的温度测量控制电路。

通常所说的和本书所介绍的单片机是指通用型单片机。

3. 总线型/非总线型

这是按单片机是否提供并行总线来区分的。总线型单片机普遍设置并行地址总线、数据总线、控制总线,这些引脚用以扩展并行外围器件,使之都可通过串行口与单片机连接,另外,许多单片机已把所需要的外围器件及外设接口集成在一块芯片内,因此在许多情况下可以不要并行扩展总线,大大减少封装成本、减小芯片体积,这类单片机称为非总线型单片机。

4. 控制型/家电机

这是按照单片机大致应用的领域进行区分的。一般而言,控制型单片机寻址范围大,运算能力强;用于家电的单片机多为专用型,通常是小封装,价格较低,外围器件和外设接口集成度高。

显然,上述分类并不是唯一的和严格的。例如,80C51 类单片机既是通用型的又是总线型的,还可以用于工业控制。

1.1.2 单片机的主要特点

单片机的特点可归纳为以下几个方面。

1. 较高的性能价格比

高性能、低价格是单片机最显著的一个特点。实际应用中,尽可能把应用所需要的存储器、各种功能的 I/O 口都集成在一块芯片内,使之成为名副其实的单片机。

有的单片机为了提高运行速度和执行效率,采用了 RISC(精简指令计算机)流水线和 DSP(数字信号处理)设计技术,这种单片机的性能明显优于同类型微处理器的性能;有的单片机内的 ROM 可达 64 KB(其中“B”即为 Byte,表示字节),片内 RAM 可达 2 KB,单片机的寻址已突破 64 KB 的限制,8 位和 16 位单片机寻址可达 1 MB 和 16 MB。由于单片机应用量大面广,因此世界上各大公司在提高单片机性能的同时,进一步降低价格,提高性价比是各公司竞争的主要策略。

2. 集成度高、体积小、可靠性高

单片机把各功能部件集成在一块芯片上,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连接,大大提高了单片机工作的可靠性与抗干扰能力。另外,其体积小,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

单片机是电子计算机这个庞大家庭中的一个特殊品种,体积虽小,但“五脏俱全”,它非常适合用于专门的控制用途。为了满足工业控制要求,一般单片机的指令系统中有极丰富的转移指令、I/O 口的逻辑控制及位处理功能。单片机在逻辑控制功能及运行速度方面均高于同一档次的微型计算机。

4. 低电压、低功耗

单片机大量应用于便携式产品和家用消费类产品,其低电压和低功耗的特性尤为重要。许多单片机已可在 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;功耗大大降低,一粒纽扣电池就可以使之长期使用。

1.2 单片机的发展及主流单片机简介

1.2.1 单片机的发展

单片机诞生于 20 世纪 70 年代,发展非常迅猛,其发展分为如下四个阶段。

1. 第一阶段(1976—1978)

此阶段为单片机的探索阶段。这个阶段以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。MCS-48 的推出是单片机在工业控制领域的探索,参与这一探索的还有 Motorola 公司、Zilog 公司等,这些公司都取得了令人满意的成果。这就是 SCM 的诞生年代,“单片机”一词即由此而来。

2. 第二阶段(1978—1982)

此阶段为单片机的完善阶段。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。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

(1) 完善的外部总线。MCS-51 系列单片机设置了经典的 8 位单片机总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

(2) CPU 外围功能单元的集中管理模式。

(3) 体现工业控制特性的位地址空间及位操作方式。

(4) 指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

3. 第三阶段(1982—1990)

此阶段为 8 位单片机的巩固发展及 16 位单片机的推出阶段,也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机,将一些用于测控系统的 A/D 转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。随着 MCS-51 系列的推广应用,许多电器厂商竞相以 80C51 为内核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中,增强了外围电路功能,强化了智能控制的特征。

4. 第四阶段(1990—)

此阶段为微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各领域全面深入地应用和发展,出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机,以及小型廉价的专用型单片机。

目前,单片机正朝着高性能和多品种方向发展,并将进一步向着 CMOS(互补金属氧化物半导体)化、低电压和低功耗化、高性能化、外围电路内装化、大容量化、低噪声与高可靠性、系统结构简单化与规范化等几个方面发展。

1) CMOS 化

近年来,CHMOS 技术的进步极大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了低功耗特性之外,还具有功耗可控的特点,使单片机可以工作在功耗精细管理状态,这也是今后 80C51 取代 8051 成为标准 MCU 芯片的原因。单片机芯片多数是采用 CMOS 工艺生产的。CMOS 电路的特点是低功耗、高密度、低速度、低价格。采用双极型半导体工艺的 TTL 电路(逻辑门电路)速度快,但功耗和芯片面积较大。随着技术和工艺水平的提高,出现了 HMOS(高密度、高速度 MOS)和 CHMOS 工艺,以及 CHMOS 和 HMOS 相结合的工艺。目前生产的 CHMOS 电路已达到 LSTTL(低功耗肖特基 TTL)电路的速度,传输延迟时间小于 2 ns,它的综合优势在于其 TTL 电路。因此,在单片机领域,CMOS 电路正在逐渐取代 TTL 电路。

2) 低电压和低功耗化

几乎所有的单片机都有 Wait、Stop 等省电运行方式。允许使用的电压范围越来越宽,一般可为 3~6 V。目前,0.8 V 的低电压供电单片机已经问世。

单片机的功耗已低至 mA 级,甚至达到 1 μ A 以下;使用电压范围为 3~6 V,完全适应在电池供电环境下工作。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、高抗干扰能力及产品的便携化。

3) 高性能化

高性能化主要是指进一步改进 CPU 的性能,加快指令运算速度,提高系统控制的可靠性。采用 RISC 结构和流水线技术,可以大幅度提高运行速度。目前,指令运算速度最高者已达 100 MI/s(million instruction per seconds,即兆指令每秒),并加强了位处理功能、中断和定时控制功能。这类单片机的运算速度比标准单片机的高出 10 倍以上。由于这类单片机有极高的指令运算速度,因此可以用软件模拟其 I/O 功能,由此引入了虚拟外设的新概念。

4) 外围电路内装化与大容量化

外围电路内装化与大容量化也是单片机发展的主要方向。集成度的不断提高,有可能把众多外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 CPU、ROM、RAM、定时/计数器等等以外,片内集成的器件还有 A/D 转换器、DMA(动态内存存取)控制器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器、彩色电视机和录像机用的锁相电路等。

以往单片机内的 ROM 为 1~4 KB, RAM 为 64~128 B,在需要复杂控制的场合,这种存储容量是不够的,必须进行外接扩充。为了适应这种领域的要求,须运用新的工艺,使片内存储器大容量化。

但是,与大容量化相反的是,以 4 位和 8 位单片机为中心的小容量和低价格化也是发展动向之一。这类单片机把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片机化,可广泛用于家电产品。

5) 低噪声与高可靠性

为提高单片机的抗电磁干扰能力,使产品能适应恶劣的工作环境,满足电磁兼容性方面更高标准的要求,各单片机生产厂家在单片机内部电路中都采用了新的技术措施。

6) 系统结构简单化与规范化

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。低价位 OTP(one time programmable,一次可编程)及各种类型片内程序存储器的发展,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(串行外设接口)等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更少,单片机系统结构更加简单化及规范化。

1.2.2 主流单片机简介

自 1976 年 Intel 公司推出 MCS-48 系列单片机以来的 30 多年中,单片机发展迅猛,拥有繁多的系列、五花八门的机种,现将国际上较为著名、影响较大的公司及其产品简单介绍如下。

Intel 公司的 MCS-48、MCS-51 和 MCS-96 系列产品为主流单片机。除了 Intel

公司外,还有 Philips、Siemens、AND、OKI、Matra-MHS、Atmel 和 Dallas 公司等,这些公司生产各种 8051 及其派生型单片机。8051 单片机事实上已成为单片机结构标准。台湾的工研院电通所与美国明导信息公司共同设计了与 8051 完全相同的 SDL-2000 单片机(避开了 Intel 的专利)。此外,联电、华邦、合泰等厂商也推出了类似的产品。Motorola 公司的 6801、6802、6803、6805、68HC11 系列产品以其在家用消费及通信类产品中的成功应用,在单片机市场占有率高达 30% 以上。Zilog 公司的 Z8 系列与 NEC 公司的 78K 系列和 Tocom-87 系列产品的发展没有上述两类产品发展得那么快,但它们的应用范围介于上述两者之间。其次,还有 Super8 系列产品, Fairchild(仙童)公司和 Mostek 公司的 F8、3870 系列产品, Rockwell 公司的 6500、6501 系列产品等。

以上各系列产品既有共性,又有各自的特色,因此在国际市场上均占有一席之地。根据统计, Intel 公司的系列单片机产品市场占有率为 67%, 其中, MCS-51 系列产品市场占有率为 54%。在我国, 单片机产品市场以 MCS-48、MCS-51 和 MCS-96 为主流。

1. MCS-51 系列

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司生产的一系列单片机的总称, 这一系列单片机包括: 三种基本型 8031、8051 和 8751, 三种增强型 8032、8052 和 8752, 以及低功耗型 80C31、80C51 和 87C51。其中, 8051 是最早的典型产品, 该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减和改变而来的, 所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机; 8031 是前些年我国最流行的单片机, 所以在很多场合还会看到 8031 的名称。

Intel 公司已将 MCS-51 系列中的 80C51 内核使用权以专利互换或出售形式转让给全世界许多著名 IC(集成电路)制造厂商, 如 Philips、NEC、Atmel、AMD、华邦等, 这些公司都在保持与 80C51 单片机兼容的基础上改善了 80C51 的许多特性。这样, 80C51 就变成有众多制造厂商支持的、发展出上百品种的大家族, 现统称为 80C51 系列。80C51 系列单片机已成为单片机发展的主流。专家认为, 虽然世界上的 MCU 品种繁多, 功能各异, 开发装置也互不兼容, 但是客观发展表明, 80C51 可能最终成为事实上的标准 MCU 芯片。

早期的 MCS-51 系列芯片采用 HMOS 工艺, 即高密度短沟道 MOS 工艺; 而 80C51 芯片则采用 CHMOS 工艺, 即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合, 除了保持 HMOS 高速度和高密度的特点之外, 还具有 CMOS 低功耗的特点。例如, 8051 芯片的功耗为 630 mW, 而 80C51 的功耗只有 120 mW, 这样低的功耗, 用一粒纽扣电池就可以工作。低功耗令单片机芯片在便携式、手提式或野外作业的仪器、仪表、设备上使用十分有利。80C51 在功能增强方面也做了许多工作。首先, 为进一步降低功耗, 80C51 芯片增加了待机和掉电保护这两种工作