



应用型本科信息大类专业“十三五”规划教材

微控制器原理 及应用技术

主编◎韩兴国 罗文军



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



应用型本科信息大类专业“十三五”规划教材

微控制器原理 及应用技术

主 编◎韩兴国 罗文军

副主编◎秦展田 邹爱成 陈 志 覃金昌 王 灿 王煜



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书主要针对工科类本科专业应用型人才培养编写,内容强调理论与实际的结合,突出学以致用,特别适合以培养应用型人才为目标的学校使用。

本书分为11章,第1章主要介绍微控制器及应用技术的历史、现状和发展,微控制器的特点和应用;第2章主要介绍80C51微控制器的基本概念、组成结构及工作原理;第3章主要介绍微控制器的指令系统;第4章主要介绍汇编语言的程序设计思路和常用程序结构;第5章主要介绍MSC-51微控制器定时/计数器和中断系统及其应用;第6章主要介绍80C51微控制器串口通信的概念及其编程应用;第7章主要介绍80C51微控制器的系统扩展;第8章主要介绍80C51微控制器的模拟量接口;第9章主要介绍80C51微控制器的人机接口;第10章主要介绍微控制器系统C51语言的程序设计方法;第11章主要介绍微控制器的应用系统设计方法。此外,要求学生学会Keil软件的程序调试、Proteus仿真软件的应用及仿真仪的使用和开发。

本书可以作为本科电子信息、自动化、电气工程、通信、机电类、计算机应用等专业的教材,也可供高等专科学校、高等职业技术学院及中等职业技术学校等院校的计算机专业学生使用,同时,可作为广大计算机爱好者和相关技术人员的自学参考书。

为了方便教学,本书配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费注册并浏览,或者发送邮件至 hustpeiit@163.com 免费索取。

图书在版编目(CIP)数据

微控制器原理及应用技术/韩兴国,罗文军主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.8
应用型本科信息大类专业“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5680-1716-9

I. ①微… II. ①韩… ②罗… III. ①微控制器-高等学校-教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 088200 号

微控制器原理及应用技术

Weikongzhiqi Yuanli ji Yingyong Jishu

韩兴国 罗文军 主编

策划编辑:康 序

责任编辑:刘 静

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:442千字

版 次:2017年8月第1版第1次印刷

定 价:38.00元



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

PREFACE

微控制器诞生于 20 世纪 70 年代中期,经过数十年的发展,其成本越来越低,而性能越来越强大,这使其应用已经无处不在,遍及各个领域,例如电机控制、条码阅读器/扫描器、游戏设备、电话、HVAC(采暖通风与空调)、楼宇安全与门禁控制系统、工业控制与自动化系统和白色家电(洗衣机、微波炉)等。

近年来,随着计算机技术日新月异,微控制器的档次不断提高,应用领域不断扩大,特别是在工业测量与控制、智能仪器仪表、日用家电等领域技术,应用更为普遍。为了尽快推广微控制器应用技术,使技术人员在微控制器软、硬件的应用与开发方面打下坚实的基础,我们编写本书,旨在向读者介绍有代表性的主流机型——MCS-51 系列单片机。它作为微控制器大家庭中的一员,所拥有的用户最多、应用最广、功能最完善。本书详细地介绍了 MCS-51 系列单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、接口电路、中断系统、定时/计数器、串口通信及单片机各功能部件的组成和应用,各章提供了大量的应用实例,以方便读者进一步熟悉和掌握单片机应用与开发的基本方法和技巧。

本书由桂林航天工业学院的韩兴国、罗文军担任主编,桂林航天工业学院的秦展田、邹爱成、陈志、覃金昌、王灿、王为庆担任副主编。全书由桂林航天工业学院的韩兴国负责统一审核。

在本书编写过程中,得到了华中科技大学出版社领导及相关编辑的大力支持及帮助;同时也得到了桂林航天工业学院机械工程学院领导和同人的关心,他们提出了极好的建议;还得到了桂林航天工业学院各级领导的关心及支持。在此,一并致以真诚的谢意。

为了方便教学,本书配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网(www.ibook4us.com)免费注册并浏览,或者发送邮件至 hust-peiit@163.com 免费索取。

由于编者水平有限,不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2017 年 5 月

目录

CONTENTS

第1章 绪论	(1)
1.1 电子计算机概述	(1)
1.1.1 电子计算机的结构	(1)
1.1.2 微型计算机的组成	(2)
1.1.3 微控制器及其结构	(2)
1.2 微控制器的发展过程及趋势	(3)
1.2.1 微控制器的发展过程	(3)
1.2.2 微控制器的发展趋势	(4)
1.3 51 系列微控制器	(4)
1.3.1 MCS-51 微控制器按容量配置分类	(4)
1.3.2 MCS-51 微控制器按芯片的制造工艺分类	(5)
1.3.3 与 MCS-51 微控制器兼容的微控制器	(5)
1.4 微控制器的特点及应用	(6)
1.4.1 微控制器的特点	(6)
1.4.2 微控制器的应用	(6)
1.5 数制与编码	(7)
1.5.1 数制的常用类型	(7)
1.5.2 数制的转换	(8)
1.5.3 编码	(9)
1.6 微控制器应用系统开发简述	(12)
1.6.1 微控制器应用系统开发介绍	(12)
1.6.2 μ Vision 集成开发环境简介	(12)
第2章 80C51 的基本结构和工作原理	(14)
2.1 80C51 的基本结构	(14)
2.1.1 80C51 的结构简图	(14)
2.1.2 80C51 的外部引脚	(15)
2.2 80C51 的 CPU	(16)
2.2.1 运算器	(17)



2.2.2 控制器	(18)
2.2.3 其他寄存器	(19)
2.3 80C51 的存储器	(20)
2.3.1 80C51 的 ROM	(20)
2.3.2 80C51 的 RAM	(21)
2.3.3 80C51 的特殊功能寄存器(SFR)	(22)
2.4 80C51 的并行 I/O 端口	(24)
2.4.1 P1 口	(24)
2.4.2 P2 口	(25)
2.4.3 P3 口	(26)
2.4.4 P0 口	(27)
2.5 时钟电路和复位电路	(28)
2.5.1 时钟电路	(28)
2.5.2 复位电路和复位状态	(28)
第3章 MCS-51 微控制器的指令系统	(31)
3.1 指令系统概述	(31)
3.1.1 指令的书写格式	(31)
3.1.2 指令符号	(32)
3.1.3 指令的字节数	(33)
3.2 51 单片机的寻址方式	(34)
3.2.1 寄存器寻址方式	(34)
3.2.2 直接寻址方式	(35)
3.2.3 立即寻址方式	(35)
3.2.4 寄存器间接寻址方式	(36)
3.2.5 基址加变址寻址方式	(37)
3.2.6 相对寻址方式	(37)
3.2.7 位寻址方式	(38)
3.3 数据传送类指令	(38)
3.3.1 以累加器 A 为一方的传送指令	(38)
3.3.2 不以累加器 A 为一方的传送指令	(39)
3.3.3 用立即数置数的指令	(39)
3.3.4 访问片外 RAM 的传送指令	(39)
3.3.5 基址寄存器加变址寄存器间址指令	(40)
3.3.6 交换指令	(40)
3.3.7 进栈出栈指令	(41)
3.4 算术运算类指令	(42)
3.4.1 加法指令	(42)
3.4.2 减法指令	(43)
3.4.3 加 1 指令	(43)
3.4.4 减 1 指令	(43)
3.4.5 其他算术运算类指令	(44)

3.5 逻辑运算类指令	(45)
3.5.1 与指令	(45)
3.5.2 或指令	(46)
3.5.3 异或指令	(46)
3.5.4 A 操作指令	(46)
3.6 控制转移类指令	(48)
3.6.1 无条件转移指令	(48)
3.6.2 条件转移指令	(50)
3.6.3 子程序调用指令	(53)
3.6.4 返回指令	(54)
3.6.5 空操作指令	(54)
3.7 位操作类指令	(55)
3.7.1 位传送指令	(55)
3.7.2 位逻辑操作指令	(56)
3.7.3 位条件转移指令	(56)
第4章 MCS-51 微控制器的汇编语言程序设计	(61)
4.1 概述	(61)
4.1.1 程序设计语言	(61)
4.1.2 汇编语言的格式	(62)
4.1.3 伪指令	(63)
4.2 汇编语言程序设计步骤	(65)
4.3 基本程序结构	(66)
4.3.1 顺序程序	(66)
4.3.2 查表程序	(67)
4.3.3 分支程序	(68)
4.3.4 循环程序	(73)
4.3.5 子程序	(74)
4.3.6 其他程序	(76)
第5章 MCS-51 微控制器的中断系统及定时/计数器	(80)
5.1 51 单片机的中断系统	(80)
5.1.1 中断系统的结构	(80)
5.1.2 51 单片机的中断源	(81)
5.1.3 51 单片机中断的控制	(83)
5.2 51 单片机的中断处理过程	(84)
5.2.1 中断响应的条件和时间	(84)
5.2.2 中断响应过程	(86)
5.2.3 中断返回	(86)
5.2.4 中断程序举例	(87)
5.3 51 单片机的定时/计数器	(89)
5.3.1 定时/计数器的结构和工作原理	(89)
5.3.2 定时/计数器的控制	(90)

5.4	51 单片机定时/计数器的工作方式	(91)
5.4.1	工作方式 0	(92)
5.4.2	工作方式 1	(92)
5.4.3	工作方式 2	(93)
5.4.4	工作方式 3	(94)
5.4.5	定时/计数器用于外部中断的扩展	(94)
5.4.6	定时/计数器应用举例	(95)
第 6 章	80C51 微控制器的串行通信	(101)
6.1	串行通信的基本概念	(101)
6.1.1	数据通信	(101)
6.1.2	串行通信的传输方式	(102)
6.1.3	同步通信和异步通信	(102)
6.1.4	波特率	(103)
6.1.5	三种标准串行通信接口	(104)
6.2	串行口结构及其寄存器	(106)
6.3	串行口工作方式	(109)
6.3.1	方式 0	(109)
6.3.2	方式 1	(110)
6.3.3	方式 2 和方式 3	(113)
6.4	串行口 4 种工作方式波特率设置	(115)
6.5	串行口的编程和应用	(116)
6.5.1	串行口方式 0 的应用	(117)
6.5.2	串行口方式 1 的应用	(118)
6.5.3	串行口方式 2 和方式 3 的应用	(120)
6.6	串行口多机通信原理	(121)
第 7 章	80C51 微控制器的系统扩展	(125)
7.1	系统扩展原理	(125)
7.2	扩展存储器编址	(128)
7.2.1	线选法	(128)
7.2.2	全地址译码法	(131)
7.2.3	部分地址译码法	(135)
7.3	程序存储器扩展	(136)
7.3.1	程序存储器介绍	(136)
7.3.2	程序存储器扩展中常使用的地址锁存器	(138)
7.3.3	单片程序存储器扩展	(139)
7.3.4	单片机访问片外程序存储器的时序	(140)
7.4	数据存储器扩展	(141)
7.4.1	数据存储器介绍	(141)
7.4.2	单片数据存储器扩展	(142)
7.4.3	单片机访问片外数据存储器的时序	(143)
7.5	并行 I/O 口扩展	(145)

7.5.1	I/O 口扩展概述	(145)
7.5.2	8255A 的结构及功能	(145)
7.5.3	8255A 的控制字	(147)
7.5.4	8255A 的工作方式选择	(148)
7.5.5	8255A 与单片机的连接及其初始化编程	(150)
7.6	存储器综合扩展	(151)
第 8 章	80C51 微控制器的模拟量接口	(158)
8.1	D/A 转换器及其与微控制器的接口	(158)
8.1.1	DAC0832 芯片的主要特性与结构	(158)
8.1.2	DAC0832 与微控制器的接口	(160)
8.2	A/D 转换器及其与微控制器的接口	(162)
8.2.1	ADC0809 芯片及其与微控制器的接口	(162)
8.2.2	AD574A 芯片及其与微控制器的接口	(165)
8.2.3	串行 A/D 转换器 TLC0831 及其与微控制器的接口	(169)
第 9 章	80C51 微控制器的人机接口	(173)
9.1	80C51 与 LED 的显示电路设计	(173)
9.1.1	LED 数码管的显示和接口	(173)
9.1.2	LED 大屏幕点阵显示器和接口	(178)
9.2	80C51 与键盘的接口电路设计	(180)
9.2.1	按键介绍	(180)
9.2.2	独立式按键及其接口	(181)
9.2.3	矩阵式按键及其接口	(183)
9.3	80C51 与蜂鸣器的接口电路设计	(185)
9.4	80C51 与液晶显示器的接口	(186)
9.4.1	LCD 的分类	(186)
9.4.2	1602 点阵字符型液晶显示器	(186)
第 10 章	80C51 微控制器的 C51 语言程序设计	(196)
10.1	C51 概述	(196)
10.1.1	单片机支持的高级语言	(196)
10.1.2	C51 语言编程	(197)
10.1.3	C51 语言程序的结构	(198)
10.2	C51 语言的关键字与数据类型	(199)
10.2.1	C51 语言的标识符和关键字	(199)
10.2.2	C51 语言的数据类型	(201)
10.3	C51 语言的存储种类、存储器类型和存储器模式	(203)
10.3.1	变量的存储种类	(204)
10.3.2	数据的存储器类型	(205)
10.3.3	数据的存储器模式	(206)
10.4	C51 语言的表达式和程序结构	(208)
10.4.1	C51 语言的运算符和表达式	(208)
10.4.2	C51 语言程序的结构	(209)

10.4.3	C51 语言的数据输入/输出	(210)
10.5	C51 语言的函数	(211)
10.5.1	C51 语言函数概述	(211)
10.5.2	C51 语言的中断服务函数	(213)
10.5.3	C51 语言的库函数	(214)
10.6	C51 语言的指针与绝对地址访问	(217)
10.6.1	指针与指针变量	(217)
10.6.2	指针变量的类型	(217)
10.6.3	指针的其他问题	(219)
10.6.4	C51 语言的绝对地址访问	(221)
10.7	51 单片机的混合编程	(223)
10.7.1	C51 语言与汇编语言混合编程概述	(223)
10.7.2	在 C51 代码中嵌入汇编代码	(223)
10.7.3	C 语言程序调用汇编语言程序	(225)
10.7.4	汇编语言程序和 C 语言程序相互调用变量	(229)
10.8	集成开发环境 Keil μ Vision5	(229)
10.8.1	Keil μ Vision5 简介	(229)
10.8.2	软件的启动和运行	(230)
10.8.3	软件的使用方法	(231)
第 11 章	微控制器的应用系统设计方法	(239)
11.1	单片机应用系统设计的步骤	(239)
11.1.1	总体设计	(239)
11.1.2	硬件设计	(239)
11.1.3	软件设计	(240)
11.1.4	软硬件联合调试	(240)
11.2	单片机应用系统的可靠性	(240)
11.2.1	可靠性的概念	(241)
11.2.2	提高单片机应用系统可靠性的方法	(241)
11.3	单片机应用系统应用与开发实例	(242)
11.3.1	系统功能要求	(242)
11.3.2	系统硬件设计	(242)
11.3.3	软件设计	(246)
11.3.4	报警子程序	(248)
11.3.5	打印机启动和定时时钟的产生	(249)
附录		(250)
附录 A	MCS-51 系列单片机指令系统表	(250)
附录 B	ASCII 表	(255)
附录 C	常用集成电路引脚图	(256)
参考文献		(261)

内容概要

本章主要介绍微型计算机的组成,计算机由运算器、控制器、存储器、输出设备和输入设备组成的计算机经典结构;介绍微控制器的发展过程及趋势、常用微控制器的型号;介绍80C51系列微控制器,80C51系列微控制器应用广泛、生产量大,在控制领域有重要影响,但目前世界各大芯片制造公司的产品多样化,朝高性能和多品种方向发展;介绍微控制器的特点及微控制器的应用和开发;介绍数值和编码的概念。通过对本章的学习,同学们应对微控制器有一个初步的感性认识。



1.1 电子计算机概述

1.1.1 电子计算机的结构

1946年2月,电子计算机ENIAC(electronic numerical integrator and computer)问世,是20世纪最伟大的技术发明之一。ENIAC是电子管计算机,使用1.7万多只电子管,重达28吨,功耗为170 kW,运算速度为每秒5 000次加法运算或400次乘法运算。它的出现标志着人类从繁重的脑力劳动中解放了出来,加快了人类社会向信息化社会迈进的步伐,可以说是科学技术上的一次飞跃。

美籍匈牙利数学家冯·诺依曼在ENIAC研制过程中做出了重要的贡献。1946年,冯·诺依曼在20世纪30年代提出的抛弃十进制、采用二进制作为数字计算机的数制基础的理论,进一步提出存储程序原理,把程序本身当作数据来对待,预先编制计算程序,然后由计算机按照人们事前制订的计算顺序来执行数值计算工作。他在“二进制运算”和“程序存储”思想的基础上,进一步构建了计算机由运算器、控制器、存储器、输出设备和输入设备组成的计算机经典结构,这一经典结构又被称为冯·诺依曼结构,如图1-1所示。

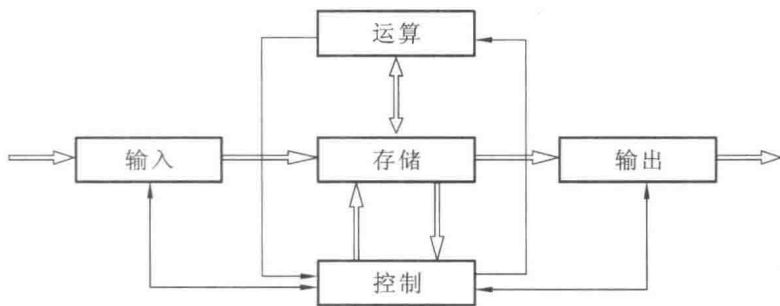


图 1-1 冯·诺依曼结构

半个多世纪以来,计算机制造技术发生了巨大变化,计算机运算速度也发生了质的变化,但冯·诺依曼结构仍然沿用至今。

电子计算机的发展经历了电子管计算机、晶体管计算机、中小规模集成电路计算机、大规模和超大规模集成电路计算机四个发展阶段。它从早期单一的数学计算发展到人类社会的各个领域,引发了深刻的社会变革。

按照用途、运算速度、存储容量,可以将电子计算机分为超级计算机、网络计算机、工控机、个人计算机和嵌入式系统。

1.1.2 微型计算机的组成

伴随着大规模集成电路技术的迅速发展,芯片集成密度越来越高,运算逻辑部件、寄存器部件和控制部件可以集成在一个半导体芯片上,这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件,被统称为微处理器。微处理器本身并不等于微型计算机,仅仅是微型计算机的中央处理器。

集成微处理器、存储器芯片与 I/O 接口(输入/输出接口,也称 I/O(端)口)的电路芯片构成微型计算机。组成微型计算机的各部分通过各种总线相连,如图 1-2 所示。

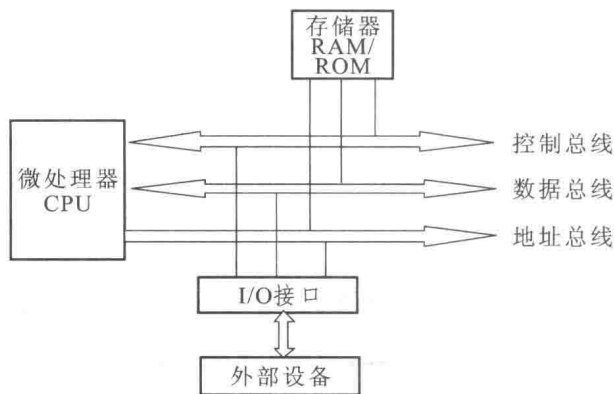


图 1-2 微型计算机结构

1.1.3 微控制器及其结构

微控制器(microcontrollers)俗称单片机,是将微型计算机的主要部分集成在一个芯片上的微型计算机。微控制器实质上是计算机的一个特例,一般针对与控制有关的数据处理而设计。

一般通用计算机在系统上采用冯·诺依曼结构,如图 1-3(a)所示,冯·诺依曼结构采用数据存储空间和程序存储空间共用的存储器结构;而微控制器在系统结构上采用将程序存储空间和数据存储空间相互分开的存储器结构。

哈佛结构(见图 1-3(b))是一种并行体系结构,它的主要特点是将程序和数据存储在不同的存储空间中,即程序存储器和数据存储器是两个相互独立的存储器,每个存储器独立编址、独立访问。

微控制器为什么要采用哈佛结构呢?针对微控制器在应用时往往是为某一特定对象服务的,程序在编写、调试完成后,在相当长的时间内是固定不变的,将程序固化在微控制器内,不仅可以省去每次通电后的程序重新写入,还可以有效地防止因意外掉电或干扰引起的错误。同时将程序总线 and 数据总线分离,可允许在一个机器周期内同时获取来自程序存储器的指令字和来自数据存储器的操作数,从而提高了执行速度,使数据的吞吐率提高了一倍。

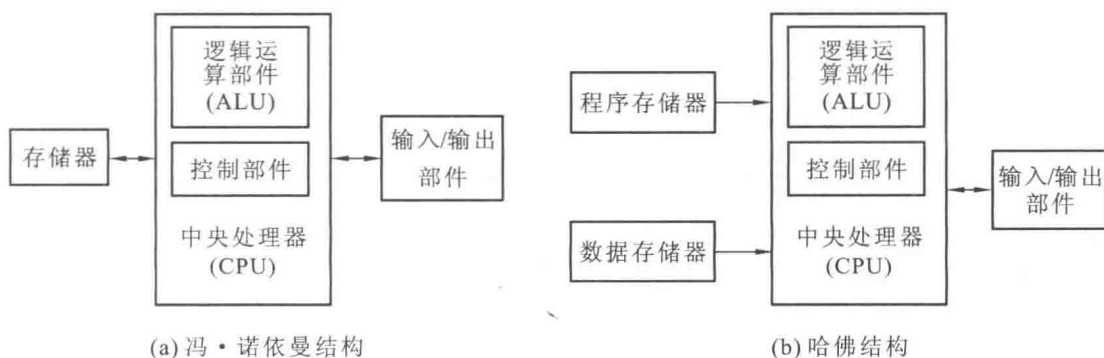


图 1-3 计算机系统结构

1.2 微控制器的发展过程及趋势

1.2.1 微控制器的发展过程

微控制器的发展历史并不长。它按照其操作处理时的二进制位数可以分为 4 位、8 位、16 位以及 32 位微控制器。微控制器的发展历史大致可以分为四个阶段。

1. 第一阶段(1974 年至 1976 年):4 位微控制器的发展阶段

1975 年,美国德仪公司的 4 位微控制器 TMS-1000 问世。在这一阶段,微控制器技术成为计算机技术的一个重要分支,各国相继推出 4 位微控制器。此阶段的产品,功能比较简单,主要用于家用电器和电子玩具,至今还有一定的市场需求。

2. 第二阶段(1976 年至 1978 年):低性能 8 位微控制器的发展阶段

在这一阶段,以 Intel 公司的 MCS-48、GI 公司的 PIC1650 等为代表的产品相继推出,是在工业控制领域的探索。片内具有 8 位微处理器,有 I/O 接口,有 8 位定时/计数器,具有简单的中断功能,有有限容量的存储器。

3. 第三阶段(1978 年至 1983 年):高性能 8 位微控制器的发展阶段

集成电路技术的发展,为高性能的 8 位微控制器的出现提供了技术支持。典型的产品有 Motorola 公司的 6800 系列,Intel 公司的在 MCS-48 系列基础上推出的 MCS-51 系列。片内有 8 位微处理器,带有串行 I/O 接口、16 位定时/计数器,具有多级的中断功能,片内存储器容量增大。这类微控制器由于性价比相当高,得到了广泛的使用。目前高性能的 8 位微处理器依然占据一定的市场份额,应用于工业控制和消费类的产品,比如汽车领域用得非常多。

4. 第四阶段(1983 年至今):16 位和 32 位微控制器发展阶段

随着工业控制领域和电子消费品领域要求的提高,开始出现了 16 位微控制器,以 Intel 公司的 MCS-96 系列、NEC 公司的 783 系列为代表。MCS-96 系列微控制器带有 16 位微处理器,8 KB ROM,232 B RAM(寄存器堆),主频为 12 MHz,性能较 MCS-51 有很大提高,可用于高速复杂的控制系统,但因性价比不高并未得到广泛应用。可以说,16 位微控制器一直受到 8 位和 32 位微控制器的挤压,市场份额不大。

近年来,32 位微控制器面世并快速发展,随着 Intel i960 系列特别是 ARM 平台的广泛

应用,32 位微控制器迅速取代高端 16 位微控制器,进入高端市场,应用于图像处理和汽车电子产品。

1.2.2 微控制器的发展趋势

目前世界各大芯片制造公司的产品多样化,从 4 位、8 位、16 位到 32 位,数不胜数,但基本上都朝高性能和多品种方向发展。

1. 低功耗

早期微控制器采用高密度短沟道 MOS 工艺(HMOS),具有高速度、高密度的特点。随着半导体技术的发展,现在的微控制器应用系统采用互补金属氧化物的 HMOS 工艺(CHMOS 或 HCMOS)。CHMOS(或 HCMOS)工艺是 CMOS 和 HMOS 的结合,既保持了 HMOS 的特点,又实现了 CMOS 的低功耗。

2. 采用 FLASH 存储器

片内的程序存储器现在普遍采用 FLASH 存储器。FLASH 存储器能在 +5 V 下读/写,既有静态 RAM 的读/写操作简便的优点,又有掉电时数据不会丢失的优点。使用片内 FLASH 存储器,微控制器可不用片外扩展程序存储器,大大简化了其应用系统结构。

3. 大容量、高价格化与小容量、低价格化

为满足复杂控制场合,采用大容量、计算能力强的微控制器。同时一些智能家电等产品广泛采用 4 位、8 位的低端微控制器。

4. 外围电路内装

随着微控制器集成度的提高,除了必要的 ROM、RAM、中断系统外,为适应测控功能更高的要求,片内集成 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器等。

5. 互联网化

微控制器技术与 Internet 技术融合,使微控制器在工业探测系统、智能仪器、安防设备、智能家居和智能汽车等方面得到广泛应用。



1.3 51 系列微控制器

微控制器芯片现在可谓是产品繁多,代表厂商有: Intel 公司、Atmel 公司、TI 公司、ST 公司、MicroChip 公司、Infineon 公司和国内的深圳宏晶科技有限公司。

在众多产品中,以 Intel 公司在 1980 年推出的 8 位 MCS-51 微控制器最为基础和经典。

1.3.1 MCS-51 微控制器按容量配置分类

MCS-51 系列微控制器按照片内存储器的容量配置可以分为基本型和增强型。

1. 基本型

芯片型号的最后一位数字以“1”作为标识。典型产品有 8031、8051、8751 等,它们之间的区别仅在于片内程序存储器不同,而在结构和功能上基本一致。

8031 片内没有程序存储器,需要片外扩展程序存储器,但其价格低廉,易于开发。

8051 片内有 4 KB ROM,程序由芯片厂商固化,适于大批量生产。

8751 片内有 4 KB EPROM,开发者可以把代码通过编码器写入,需要修改时,先用紫外

线擦除器清除,再写入新的程序。

2. 增强型

芯片型号的最后一位数字以“2”作为标识。典型产品有 8032、8052、8752 等。相对于基本型而言,片内 RAM 容量由 128 B 增加到 256 B,片内存储器扩展到 8 KB ROM,定时/计数器增加到 3 个,中断源个数增加到 6 个。

MCS-51 系列微控制器片内硬件资源如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 系列微控制器片内硬件资源

类 型	型号	片内程序 存储器	片内数据存储器 容量/B	I/O 接口 线/位	定时/计数器 个数/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

1.3.2 MCS-51 微控制器按芯片的制造工艺分类

MCS-51 微控制器按芯片的制造工艺可以分为 HMOS 工艺型和 CHMOS 工艺型。芯片以字母 C 来区别,例如 8051 采用 HMOS 工艺,80C51 采用 CHMOS 工艺。CHMOS 器件较 HMOS 器件多两种节电的工作方式,即空闲方式和掉电方式。在掉电方式下,消耗的电

1.3.3 与 MCS-51 微控制器兼容的微控制器

Intel 公司在 51 系列微控制器发展起来后,将核心技术广泛授权,使 51 系列微控制器兼容机型不断推出。51 单片机是对所有兼容 Intel 8031 指令系统的单片机的统称。该系列单片机的始祖是 Intel 公司的 8004 单片机,后来随着 FLASH ROM 技术的发展,8004 单片机取得了长足的发展,成为应用最广泛的 8 位单片机之一,其代表型号是 Atmel 公司的 AT89 系列,它广泛应用于工业测控系统之中。很多公司都有 51 系列的兼容机型推出,并在很长的一段时间内占有大量市场。51 单片机不仅是基础入门的一种单片机,还是应用最广泛的一种。目前与 80C51 兼容的主要微控制器有:Atmel 公司的 AT89 系列;Philips 公司的 80C51 系列;ADI 公司的 ADC8×× 系列;深圳宏晶科技有限公司的 STC 系列等。其中,AT89 系列是 Atmel 公司在 20 世纪 90 年代率先将 FLASH 技术与 MCS-51 系列产品内核相结合研制的产品,与 51 系列完全兼容,同时增加了看门狗、ISP(在线编程)等技术。STC 系列是深圳宏晶科技有限公司具有自主知识产权的产品,完全兼容 51 系列微控制器,其抗干扰性强,加密性强,功耗超低,可以远程升级。

51 系列兼容机在采用 8051 的核心技术的基础上,增加一些功能模块,集成度更高,使得今后很长的一段时间内 8051 仍将占有大量市场。同时,多年的应用实践表明,51 系列微控制



器结构合理、技术成熟、性价比高。由此,本书以 80C51 为对象阐述其控制的原理与应用。



1.4 微控制器的特点及应用

1.4.1 微控制器的特点

1. 易于使用和普及

微控制器技术是一门较为容易使用的技术,工程技术人员能较快地掌握其应用和设计技术。同时,各厂商在设计开发微控制器产品时,充分考虑到了减少微控制器用户的开发工作量。

2. 控制能力强

微控制器为“控制”而生,虽然结构简单,但具备足够的控制功能,其系统结构和片上外设愈加完善,一个微控制器就是一个应用系统。

3. 性价比高

由于微控制器的硬件结构简单、开发周期短、控制功能强、可靠性高,同时,微控制器及其外设成本持续下降,在达到同样功能的条件下,采用微控制器控制系统性价比高。

4. 可靠性高

第一,微控制器把各功能部件集成为一个芯片,内部采用总线结构,减少了各芯片之间的连线,提高了微控制器的可靠性与抗干扰能力。第二,微控制器体积小,易于采取措施屏蔽强磁场环境,适合在恶劣环境下工作。第三,微控制器自身极低的故障率可以确保系统故障率低。

1.4.2 微控制器的应用

微控制器具有良好的性价比和可靠性,以及易于嵌入等特性,以微控制器为核心的控制系统渗透到各个应用领域。微控制器广泛用于工业控制、智能仪器仪表、汽车电子、智能家居、专用设备等的智能化管理和过程控制。

1. 工业控制

用微控制器可以对工业生产进行控制、数据采集和数据传输。微控制器可以方便地实现电流、电压、温度、转速等物理参数的采集;根据被控对象的指标,采用某些算法和优化方法,实现预期目标。典型应用如机械手的控制、电机的转速控制。在复杂的工厂管理、电梯控制等综合管理系统中,微控制器常作为设备层的控制系统,对现场信息实时测控,并与上位机进行通信,构成二级控制系统,实现远程控制和分层控制。

2. 智能仪器仪表

目前智能仪器仪表的使用要求是自动化、智能化和数字化。微控制器应用于智能仪器仪表中,通过对信息的检测处理,提高了智能仪器仪表的功能性和精确度,同时简化了其硬件结构,减小了其体积,提高了其可靠性。

3. 汽车电子

为了适应汽车特殊环境和特性要求,在通用微控制器的基础上开发出了汽车专用微控

制器。它具有运算快速、精度很高、抗震性强、耐湿性好、防尘能力高等特性。各种形式的微控制器已十分广泛地应用于汽油机控制系统、柴油机共轨电控系统、发动机增压器电控系统、汽车巡航运行控制系统、汽车车身电子控制系统、空调自动控制系统、安全气囊协调控制系统、轮胎压力检测系统、汽车车载网络及通信控制系统等。

4. 智能家居

由于微控制器具有成本低、可靠性强、体积小等优点,现在市面上的家电基本上都采用了微控制器控制,如洗衣机、空调、安防设备、电冰箱、智能照明设备、电子玩具等。智能家电是微控制器的一个重要应用领域。随着智能家居的实现,微控制器的前景十分广阔。

5. 专用设备

微控制器在一些专用设备领域中的应用相当广泛:在医用设备中,如呼吸机、监护仪、分析仪以及病床呼叫系统等;在武器领域,如飞机、坦克、导弹、航天器等。

6. 其他领域

如打印机、复印机等终端设备,调制解调器、交换机、手机等通信设备,都采用了微控制器。



1.5 数制与编码

1.5.1 数制的常用类型

数制,是人们用一组规定的符号和规则来表示数的方法。人们通常使用的是按进位原则来进行计数的数制,即进位计数制。在进位计数制中,处于不同位上的数的符号所代表的数值是不同的。常用的数制有以下几种。

1. 十进制

十进制(decimal system)是人们日常生活中普遍使用的计数制。在十进制中,数用0,1,2,...,8,9来表示,计数规则为“逢十进一”。

2. 二进制

二进制(binary system)是计算机中使用的计数制。在二进制中,数用0,1来描述,计数规则为“逢二进一”。

二进制的运算规则简单,降低了计算机中运算部件的压力。同时,二进制只有1,0两个数,可以方便地描述和控制各种只有两种不同稳定物理状态的元件,如各类开关的通与断、灯的亮与不亮、电位的高与低等。另外,二进制可以进行逻辑运算,判断“真”与“假”。但是,二进制数位较多,书写冗长,不方便人们阅读和理解。

3. 十六进制

十六进制(hexadecimal system)是在计算机指令代码和数据书写与软件工具的显示中经常使用的数制,同我们日常生活中的表示法不一样。它由0~9,A~F组成,字母不区分大小写。它与十进制的对应关系是:0~9对应0~9;A~F对应10~15。计数规则为“逢十六进一”。由于4位二进制数可以直观地用1位十六进制数表示,所以二进制的代码或数据可以用十六进制来缩写。