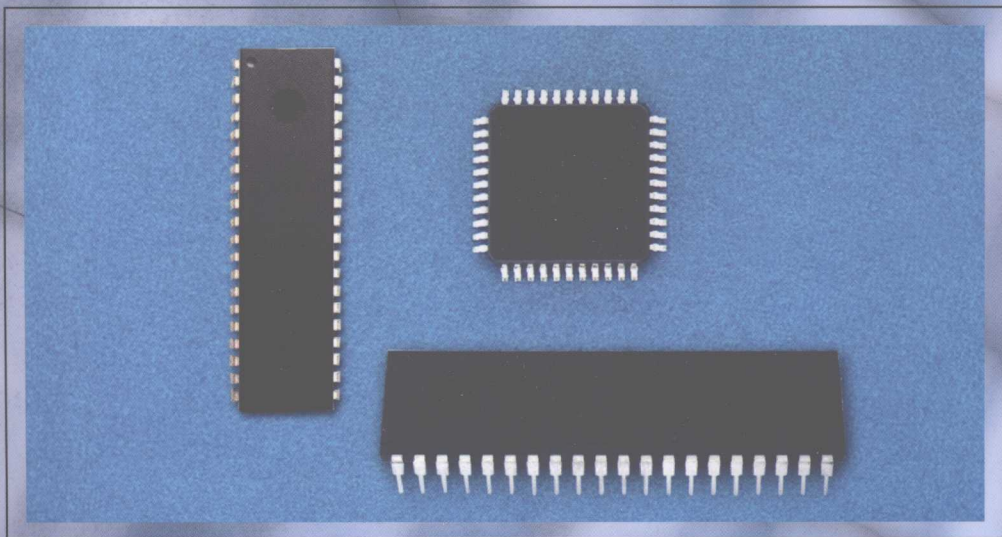


“十一五”高等院校规划教材

单片机 原理与应用设计

蒋辉平 周国雄 编著



 北京航空航天大学出版社

“十一五”高等院校规划教材 内容简介

本书以21世纪计算机应用为核心，介绍了单片机原理及应用，重点介绍了单片机的应用，包括单片机在工业控制、仪器仪表、通信系统、医疗设备、家用电器、汽车电子、航空航天等领域的应用。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

单片机原理与应用设计

蒋辉平 周国雄 编著

北京航空航天大学出版社，2007年9月
ISBN 978-7-81124-302-8

I. 单… II. 蒋… III. 单片机原理—高等学校—教材 IV. TP388.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第134891号

单片机原理与应用设计
蒋辉平 周国雄 编著
清华大学出版社

北京市西城区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328036
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn> E-mail: press@tup.tsinghua.edu.cn

深圳市德泰印务有限公司印刷 各地书店经销

北京航空航天大学出版社

ISBN 978-7-81124-302-8 定价:32.00元

内 容 简 介

本书以 51 单片机为核心,详细介绍了单片机的原理及应用,内容包括单片机概述、单片机结构及工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、单片机串行数据通信、单片机系统扩展与接口技术、C51 语言简介等。

本书内容精炼,实例丰富,深入浅出,讲解详尽,编排合理,可作为本专科院校电子信息、自动控制、通信、计算机等专业的教材或教学参考书,也可以作为单片机技术培训教材,亦适合初学者自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用设计/蒋辉平,周国雄编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2007.9
ISBN 978-7-81124-205-8

I. 单… II. ①蒋…②周… 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(2007)第 124961 号

单片机原理与应用设计

蒋辉平 周国雄 编著
责任编辑 赵 静

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:14.75 字数:330 千字
2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-205-8 定价:22.00 元

前 言

微型计算机的出现和大量使用将人类社会带入了一个新的时代。单片微型计算机(简称单片机)在其中扮演着十分重要的角色,在工业控制、数据采集以及仪器仪表自动化等许多领域都起着十分重要的作用。

随着国家工业化建设迅速发展,对电子信息类专业技术人才的需要也日益扩大。为了适应这种新形式的需要,促进电子类专业课程教材的发展,特此编写了本教材。

AT89S系列单片机是ATMEL公司继AT89C系列之后推出的功能更强的新产品。本书以AT89S51/S52单片机为核心,详细介绍了单片机的结构及工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、单片机串行数据通信、单片机系统扩展与接口技术、C51语言等。

本书第1章介绍了单片机的概况;第2章介绍了单片机的结构与工作原理;第3章介绍了89S51/S52单片机的指令系统;第4章介绍了89S51/S52单片机汇编语言程序设计;第5章为中断系统;第6章详细介绍了89S51单片机定时器及其应用;第7章对单片机串行数据通信进行了介绍;第8章讲述了单片机的系统扩展及接口设计;第9章为C51语言简介;第10章介绍了单片机在超声波加热加湿及恒温恒湿控制系统中的应用;第11章介绍了单片机在城市公交车无线自动报站系统中的应用。

在本书的编写过程中,编者参阅了大量的书籍及参考文献,并引用了部分参考文献和书籍,主要来源见附录。为此,对有关作者表示衷心的感谢和谢意。本书亦为作者多年教学和科研经验的总结,包括数个制作实例。

在本书的编写过程中,赵全友博士提出了宝贵的建议。本书第1、2、3、8章由蒋辉平编写,第4、5、6、7、9、10、11章由周国雄编写,由蒋辉平担任主编。王飞翔、韦树恒、袁超、周林、孙强、唐振兴、徐芳、卜继光、王圣洁、匡丽红、陈志亮、林淑芳、黄华进等同学做了部分工作,为此表示衷心的感谢和谢意。同时也感谢关心和支持我的朋友。

由于编写时间仓促和水平有限,书中难免会有错误和不足之处,诚恳请求各位读者批评和指正。

E-mail:hn_yz_laojiang@163.com,zhougx01@163.com。

作 者

2007年6月

目 录

第 1 章 概 述

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| 1.1 | 单片机概述 | 1 |
| 1.1.1 | 单片机的结构与工作原理 | 1 |
| 1.1.2 | 单片机的特点 | 2 |
| 1.1.3 | 单片机的发展概况 | 3 |
| 1.2 | 单片机的应用 | 5 |
| 1.3 | 单片机的分类 | 6 |
| 1.3.1 | CISC 与 RISC 单片机 | 7 |
| 1.3.2 | 数字信号处理器 | 7 |
| 1.3.3 | 基于 ARM 核的 32 位单片机 | 8 |
| 1.4 | 部分单片机系列简介 | 8 |
| 1.4.1 | MCS-51 及其兼容的单片机系列 | 8 |
| 1.4.2 | TI 公司的 MSP430 系列单片机 | 11 |
| 1.4.3 | Freescal 公司的 M68HC08 系列单片机 | 12 |
| 1.4.4 | Microchip 公司的 PIC 系列单片机 | 13 |
| 1.4.5 | Atmel 公司的 AVR 系列单片机 | 13 |

第 2 章 单片机结构及工作原理

| | | |
|-------|---------|----|
| 2.1 | 单片机基本结构 | 14 |
| 2.2 | 单片机工作原理 | 16 |
| 2.2.1 | 运算器 | 17 |
| 2.2.2 | 控制器 | 20 |
| 2.2.3 | 指令执行过程 | 21 |
| 2.3 | 单片机的引脚 | 21 |
| 2.4 | 存储器结构 | 24 |
| 2.4.1 | 存储器结构 | 24 |

目 录

| | | |
|-----------------------|-------------|----|
| 2.4.2 | 程序存储器 | 25 |
| 2.4.3 | 数据存储器 | 26 |
| 2.4.4 | 特殊功能寄存器 | 29 |
| 2.5 | 并行 I/O 端口结构 | 32 |
| 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 | CPU 时序及时钟电路 | 34 |
| 2.6.1 | CPU 时序及有关概念 | 35 |
| 2.6.2 | 振荡器和时钟电路 | 35 |
| 2.7 | 单片机工作方式 | 36 |
| 2.7.1 | 复位方式 | 36 |
| 2.7.2 | 低功耗方式 | 38 |
| 第 3 章 指令系统 | | |
| 3.1 | 指令系统概述 | 39 |
| 3.2 | 寻址方式 | 40 |
| 3.2.1 | 指令格式中符号意义说明 | 41 |
| 3.2.2 | 寻址方式介绍 | 42 |
| 3.3 | 指令系统 | 47 |
| 3.3.1 | 数据传送类指令 | 47 |
| 3.3.2 | 算术运算类指令 | 53 |
| 3.3.3 | 逻辑运算类指令 | 57 |
| 3.3.4 | 控制转移类指令 | 60 |
| 3.3.5 | 位操作类指令 | 66 |
| 3.3.6 | 伪指令 | 68 |
| 第 4 章 汇编语言程序设计 | | |
| 4.1 | 汇编程序设计概述 | 70 |
| 4.2 | 汇编程序设计举例 | 71 |
| 4.2.1 | 顺序程序设计 | 71 |
| 4.2.2 | 分支程序设计 | 72 |
| 4.2.3 | 循环程序设计 | 74 |

| | | |
|--------------------|-------------------|-----|
| 4.2.4 | 子程序设计 | 75 |
| 4.3 | 编程举例 | 76 |
| 4.3.1 | 算术运算类程序 | 76 |
| 4.3.2 | 数据排序程序 | 79 |
| 4.3.3 | 数码转换程序 | 80 |
| 4.3.4 | 数字滤波程序 | 82 |
| 第5章 中断系统 | | |
| 5.1 | 中断概述 | 86 |
| 5.1.1 | 中断的定义 | 86 |
| 5.1.2 | 中断技术的优点 | 87 |
| 5.2 | 中断系统 | 88 |
| 5.2.1 | 中断源及中断入口 | 89 |
| 5.2.2 | 中断系统结构 | 91 |
| 5.2.3 | 中断允许和禁止 | 92 |
| 5.2.4 | 中断优先级 | 93 |
| 5.3 | 中断处理流程 | 94 |
| 5.3.1 | 中断响应 | 95 |
| 5.3.2 | 中断服务 | 96 |
| 5.3.3 | 中断返回 | 96 |
| 5.4 | 中断程序设计 | 97 |
| 5.5 | 扩充外中断源 | 98 |
| 第6章 定时器/计数器 | | |
| 6.1 | 定时器/计数器概述 | 100 |
| 6.1.1 | 定时器/计数器 T0、T1 的结构 | 100 |
| 6.1.2 | 定时器/计数器的工作原理 | 101 |
| 6.2 | 控制寄存器 | 102 |
| 6.3 | 定时器/计数器的工作方式 | 104 |
| 6.3.1 | 工作方式 1 | 104 |
| 6.3.2 | 工作方式 0 | 106 |
| 6.3.3 | 工作方式 2 | 108 |
| 6.3.4 | 工作方式 3 | 109 |
| 6.4 | 定时器/计数器的应用 | 112 |

目 录

| | | |
|----|---------------------------|-----|
| 27 | 6.4.1 定时器/计数器的初始化 | 112 |
| 28 | 6.4.2 利用定时器/计数器扩展外部中断 | 113 |
| 29 | 6.4.3 定时器/计数器的应用举例 | 114 |
| 30 | 6.5 定时器/计数器 T2 | 118 |
| 30 | 6.5.1 T2 的寄存器 | 118 |
| 32 | 6.5.2 T2 的工作方式 | 119 |
| | 6.6 定时器 T3——WDT 监视定时器 | 121 |
| | 6.6.1 WDT 的功能及应用特点 | 121 |
| 33 | 6.6.2 辅助寄存器 AUXR | 121 |
| 33 | 第 7 章 单片机串行数据通信 | |
| 33 | 7.1 串行数据通信基础知识 | 123 |
| 34 | 7.2 串行口结构与工作原理 | 125 |
| 34 | 7.3 串行口控制寄存器 | 126 |
| 34 | 7.4 串行口工作方式 | 128 |
| 34 | 7.4.1 工作方式 0 | 128 |
| 34 | 7.4.2 工作方式 1 | 129 |
| 34 | 7.4.3 工作方式 2 | 130 |
| 34 | 7.4.4 工作方式 3 | 131 |
| 34 | 7.5 串行口应用举例 | 132 |
| 34 | 7.6 多机通信 | 133 |
| 34 | 第 8 章 单片机系统扩展与接口技术 | |
| | 8.1 单片机系统扩展与接口技术概述 | 135 |
| 34 | 8.2 存储器的扩展 | 136 |
| 34 | 8.2.1 程序存储器扩展 | 136 |
| 34 | 8.2.2 数据存储器扩展 | 139 |
| 34 | 8.2.3 存储器扩展应用 | 141 |
| 34 | 8.3 并行 I/O 接口扩展 | 142 |
| 34 | 8.3.1 并行 I/O 接口概述 | 142 |
| 34 | 8.3.2 简单 I/O 接口扩展 | 144 |
| 34 | 8.3.3 8155 可编程 I/O 接口扩展 | 147 |
| 34 | 8.4 A/D 转换器接口 | 154 |
| 34 | 8.4.1 A/D 转换器概述 | 154 |

| | | |
|----------------------------|-------------------------|-----|
| 8.4.2 | A/D 转换芯片 ADC0809 | 155 |
| 8.4.3 | 单片机与 ADC0809 接口 | 157 |
| 8.5 | D/A 转换器的接口与应用 | 159 |
| 8.5.1 | D/A 转换器概述 | 159 |
| 8.5.2 | D/A 转换器芯片 DAC0832 | 160 |
| 8.5.3 | DAC0832 的接口方式与应用 | 162 |
| 8.6 | 键盘接口技术 | 162 |
| 8.6.1 | 独立式键盘 | 163 |
| 8.6.2 | 矩阵式键盘 | 164 |
| 8.7 | 显示器接口技术 | 167 |
| 8.7.1 | 七段 LED 显示器结构与工作原理 | 167 |
| 8.7.2 | LED 显示器接口应用 | 168 |
| 第 9 章 C51 语言简介 | | |
| 9.1 | C51 的数据类型 | 172 |
| 9.1.1 | C51 的数据类型概述 | 172 |
| 9.1.2 | 常量数据类型 | 174 |
| 9.1.3 | C51 的变量及其数据存储类型 | 174 |
| 9.2 | C51 的运算符与表达式 | 176 |
| 9.3 | C51 的函数 | 178 |
| 9.3.1 | C51 函数概述 | 178 |
| 9.3.2 | C51 中断函数 | 179 |
| 9.4 | C51 程序设计举例 | 180 |
| 第 10 章 超声波温度、湿度控制系统 | | |
| 10.1 | 系统应用及设计要求 | 182 |
| 10.1.1 | 系统概述 | 182 |
| 10.1.2 | 可行性分析及系统方案论证 | 183 |
| 10.2 | 系统设计 | 186 |
| 10.2.1 | 系统设计的要求 | 186 |
| 10.2.2 | 系统框图 | 186 |
| 10.2.3 | 系统工作原理 | 187 |
| 10.3 | 硬件电路设计 | 187 |
| 10.3.1 | 单片机小系统 | 188 |

目 录

| | | |
|-----------------------------|-------------------|-----|
| 10.3.2 | 超声波雾化器 | 188 |
| 10.3.3 | 温度测量系统 | 190 |
| 10.3.4 | 湿度测量系统 | 195 |
| 10.3.5 | 水位控制电路 | 196 |
| 10.3.6 | 键盘显示电路 | 197 |
| 10.3.7 | 加热电路 | 198 |
| 10.3.8 | 指示部件 | 198 |
| 10.3.9 | 控制部件 | 198 |
| 10.4 | 软件结构与部分程序清单 | 199 |
| 10.4.1 | 程序结构分析 | 199 |
| 10.4.2 | 主程序流程图 | 200 |
| 10.4.3 | DS18B20 程序分析 | 201 |
| 10.5 | 系统功能测试及产品功能比较 | 203 |
| 10.5.1 | 系统外观平面图 | 203 |
| 10.5.2 | 系统测试 | 203 |
| 10.5.3 | 本系统与同类产品功能比较 | 203 |
| 第 11 章 城市公交车无线自动报站系统 | | |
| 11.1 | 系统功能与设计的要求 | 204 |
| 11.1.1 | 系统概述 | 204 |
| 11.1.2 | 设计方案论证 | 205 |
| 11.2 | 硬件电路分析 | 205 |
| 11.2.1 | 编码数据发射系统(车站系统) | 206 |
| 11.2.2 | 数据接收、语音报站系统(车载系统) | 208 |
| 11.3 | 软件分析 | 212 |
| 11.3.1 | 程序流程图 | 212 |
| 11.3.2 | ISD4004 语音录放子程序 | 213 |
| 11.4 | 系统功能测试与比较 | 217 |
| 11.4.1 | 指标测试 | 218 |
| 11.4.2 | 系统功能比较 | 218 |
| 附录 A 89S51 指令表 | | 219 |
| 附录 B ASCII 码表 | | 223 |
| 参考文献 | | 224 |

第 1 章

概述

单片微型计算机是微型计算机发展的一个分支。随着计算机的发展,单片机以其体积小、控制功能强、性价比高、易于产品化等特点,在机电一体化、汽车电子、智能仪器仪表、工业实时控制、家用电器等各个领域都得到了广泛的应用,对于各个行业的技术进步和产品更新起着重要的推动作用。

本章将对微型计算机结构和原理作简要阐述,并将简单介绍单片机的发展沿革、趋势及应用领域,最后还列举了几种常见的单片机系列。

1.1 单片机概述

单片机是单片微型计算机的简称,是微型计算机的一个分支,主要运用于控制方面。单片机也被称为“微控制器”、“嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller)”,现在一般称为 MCU (Micro Controller Unit)。下面简单介绍单片微型计算机的结构和工作原理。

1.1.1 单片机的结构与工作原理

单片微型计算机主要由中央处理器 CPU、存储器、I/O 接口与设备组成。单片机是微型计算机的一个分支,它在结构上的特点是把 CPU、存储器、串行口、定时器、多种 I/O 接口与总线以及其他资源集成在一块超大规模集成电路芯片上,如图 1-1 所示。就组成和工作原理而言,一块单片机芯片就是一台微型计算机。

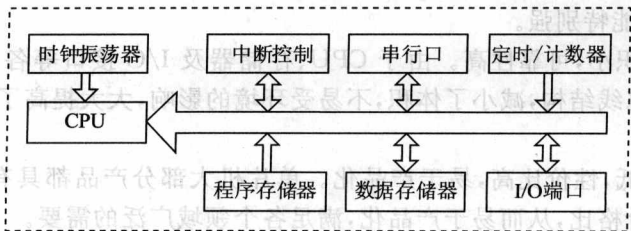


图 1-1 单片机组成功能框图

第1章 概述

1. 中央处理器 CPU

中央处理器 CPU(Central Processor Unit)主要由运算器与控制器组成,具有算术运算、逻辑运算和操作控制的功能,是微型计算机的核心部分。

2. 存储器

存储器可以分为程序存储器和数据存储器,主要功能是存放程序和数据,程序是用于指示计算机如何操作,数据则是计算机操作的对象。

3. I/O 接口与设备

I/O 接口是单片微型计算机提供用于计算机与外部设备之间连接的接口。通过 I/O 接口,可以将外部设备所输入的信息转换成单片微型计算机能够接收并识别的数字信号,或将计算机使用的数字信号转换为外部设备能够使用的信号形式。

4. 总线

总线是将计算机中 CPU、存储器及 I/O 口等各个部分有机地连接起来并相互传送信息的导线,是微型计算机各部分之间进行信息交换与传输的公共通道。在单片机中,系统总线主要包括地址总线 AB(Address Bus)、数据总线 DB(Data Bus)和控制总线 CB(Control Bus)。

地址总线负责传输数据的存储地址或 I/O 接口中寄存器的地址。数据总线负责传输数据信息。数据在 CPU 与存储器和 CPU 与 I/O 接口之间的传送是双向的。控制总线负责在传输与交换数据时起控制作用。

中央处理器 CPU、存储器、I/O 接口、外部设备等仅构成单片微型计算机的硬件,单片微型计算机进行运算还必须要软件程序的配合。单片微型计算机运算是通过执行程序完成的,程序是指令的集合,而指令是规定计算机进行某种操作的命令。通过将简单的指令进行有序的组合就成为程序,指导计算机进行工作,从而完成复杂的运算。

1.1.2 单片机的特点

单片机在很多领域都得到了广泛的应用,在很多方面具有显著的优点和特点。

① 控制功能强。单片机的指令系统中有极丰富的转移指令、I/O 口的逻辑操作以及位处理功能。实时控制功能特别强。

② 集成度大,体积小,可靠性高。由于 CPU、存储器及 I/O 接口等各功能部件集成在同一芯片内,内部采用总线结构,减小了体积,不易受环境的影响,大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。

③ 功耗低,电压低,性价比高,易于产品化。单片机大部分产品都具有低功耗、低电压的特点,有较高的性能价格比,从而易于产品化,满足各个领域广泛的需要。

④ 易于进行系统扩展。单片机的系统扩展和系统配置较典型、规范,容易构成各种规模的应用系统。

⑤ 串行扩展总线。系统具有串行口和通信功能,增加了 I²C(Inter-Integrated Circuit)串行总线、SPI(Serial Peripheral Interface)串行接口等。

近来推出的单片机产品,内部集成有高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等部件,并在低电压、低功耗、串行扩展总线和网络控制总线等方面都有了进一步的增强。正是由于单片机的这些特点,使其在各个领域得到广泛的应用。

1.1.3 单片机的发展概况

从 20 世纪 70 年代单片机诞生以来,至今已发展有 16 位单片机和 32 位单片机,但一直是以 8 位机为主流机型。作为面向控制领域应用的单片微型计算机成为计算机发展的一个重要分支,其今后将向着功能更强、速度更快、功耗更低的方向发展。

1. 单片机的发展过程

如果以 Intel 公司的 8 位单片机的推出作为起点来认识单片微型计算机的发展史,根据单片机发展过程中各个阶段的特点,其发展历史阶段大概可分为单片机形成阶段、单片机性能完善阶段、微控制器形成阶段和微控制器发展阶段。

(1) 单片机形成阶段

这一阶段主要是探索如何把计算机的主要部件集成在单片芯片上,Intel 公司推出的 MCS-48 单片机就是在工业控制领域探索的代表。这一阶段的单片机产品还有 Motorola 公司的 MC6801 系列,Zilog 公司的 Z8 系列等。

(2) 单片机性能完善阶段

这一阶段的代表产品是 Intel 公司推出的 MCS-51 系列。MCS-51 系列是完全按照控制应用而设计的单片机,设置了单片机的 8 位并行总线型体系结构,有 8 位数据总线、16 位地址总线及多功能的异步串行接口通用异步收发器 UART,寻址范围为 16 位和 8 位的寻址空间。MCS-51 系列单片机面向控制功能,满足嵌入式应用的专用 CPU,设置集中管理模式的特殊功能寄存器(SFR),外围功能单元由 CPU 集中管理。同时,还体现出控制特性的位地址、位寻址、位操作控制功能。MCS-51 指令系统渐趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

单片机性能的完善,特别是 MCS-51 系列对于单片机体系结构的完善,奠定了它在单片机领域的地位,形成了事实上的单片机结构标准。至今,许多半导体厂家仍以 MCS-51 中的 8051 为核心,并发展出许多新型的 80C51 单片机系列。在这一阶段,Motorola 公司的 M68 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列也占据了一定的市场份额。

(3) 微控制器形成阶段

为满足实际测控系统的需要,一些著名半导体厂商在 80C51 基本结构的基础上,加强了外围电路的功能,突出其智能化控制能力,将一些用于测控对象的 A/D 转换器、D/A 转换器、

第1章 概述

程序监视定时器(WDT)、高速 I/O 口、脉宽调制器(PWM)等纳入芯片中,体现了单片机的微控制器特征。这一阶段单片机的主要技术发展方向是外围电路的增强,突出单片机的控制功能。该阶段的代表系列为 80C51 系列。此外,还有许多其他知名的单片机系列。

(4) 微控制器发展阶段

自 20 世纪 80 年代以来,单片机的发展非常迅速,很多大半导体和电气厂商都开始加入单片机的研制和生产。随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用,推出了面对不同对象、适合不同领域要求的单片机系列。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。现阶段的单片机领域,技术不断创新、产品日益丰富,以满足日益增长的广泛需求。

2. 单片机的发展趋势

单片机的发展推动了应用系统的发展,应用系统的发展又反过来对单片机提出了更高的要求,从而促进单片机的发展。今后单片机的发展趋势将是进一步向着高性能、低功耗、大存储容量、外围电路集成化等几个方面发展。

(1) 提高 CPU 处理能力

进一步提高单片机 CPU 的性能,包括增加数据总线的宽度,采用精简指令集 RISC(Reduced Instruction Set Computer)、计算机结构和流水线技术等,大幅度提高运行速度,并加强了位处理、中断和定时控制功能。

(2) 加大存储器容量

以往单片机的内 ROM 和 RAM 较小,存储器容量不够。新型单片机片内 ROM 一般可达 4~32 KB 或更多,RAM 为 256 B~1 KB。而且,新型单片机一般采用 EEPROM 或 Flash ROM,方便读写,为在系统编程(ISP)提供了条件,方便了单片机的开发。

(3) 外围电路集成化

随着芯片集成度的不断提高,有可能把众多的外围功能部件集成在芯片内。这是单片机以后发展的重要趋势。除了一般必须具备的 ROM、RAM、定时器/计数器、中断系统以外,根据不同检测系统和控制功能的需求,片内还可以集成 A/D 转换器、监视定时器 WDT、D/A 转换器、脉宽调制器 PWM、DMA 控制器、锁相器、频率合成器和译码驱动电路等。

(4) 低功耗、低电压

8 位单片机中大部分的产品都已经 CMOS 化,CMOS 芯片的单片机具有低功耗的优点,而且为了充分发挥低功耗的特点,这类单片机都有待机、掉电等低功耗工作方式。很多新型单片机都可以在 +5 V 以下电压工作。降低外时钟要求和采用引脚的电磁干扰抑制技术,明显提高了单片机的电磁兼容性。

(5) 小容量、低价格

由于单片机的嵌入式特点,希望它的体积更小,价格更便宜。有的单片机系列具有 8~28

脚封装的产品。

(6) 串行总线结构

随着 Philips 公司开发的 I²C(Inter-Integrated Circuit)总线、Freescale 公司(原 Motorola 公司半导体部)推出的串行外围接口 SPI(Serial Peripheral Interface)等串行总线及接口的引入,可大大减少引脚数量,简化系统结构。随着单片机应用系统中的串行扩展技术的较大发展,单片机的并行接口技术日渐衰退。目前,许多原有带并行总线的单片机系列,推出了删去并行总线的非总线型单片机。

1.2 单片机的应用

单片机的应用十分广泛,在以下领域都有着广泛的应用。

1. 智能仪器仪表

由于单片机具有超微型化的特点,并且有无可比拟的高性价比,单片机正用于各种仪器仪表。这一方面提高了仪器仪表的使用功能和精度,使仪器仪表智能化,同时还简化了仪器仪表的硬件结构,从而可以方便地完成仪器仪表产品的升级换代。如各种智能电气测量仪表、智能传感器、智能数字化仪表等。

2. 机电一体化产品

机电一体化产品是集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的各种机电产品。单片机在机电一体化产品的开发中可以发挥巨大的作用。典型的产物有机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、医疗设备、打印机、传真机、复印机等。

3. 工业实时控制

单片机还可以用于各种物理量的采集与控制。电流、电压、温度、液位、流量等物理参数的数据采集系统和控制系统均可以利用单片机方便地实现。在这类系统中,利用单片机作为系统控制器,可以根据被控对象的不同特征采用不同的智能控制算法,实现期望的控制性能指标,从而提高生产效率和产品质量。典型应用如电机转速控制、温度控制、自动生产线、数控机床、智能化机器人等。

4. 分布式控制系统

在较复杂的工业系统中,经常要采用分布式测控系统完成大量分布参数的采集。在这类系统中,采用单片机作为分布式系统前端数据采集模块,系统具有运行可靠、数据采集方便灵活、成本低廉等一系列优点。

5. 家用电器

家用电器是单片机的又一重要应用领域,前景十分广阔。如空调器、电冰箱、洗衣机、微波

第1章 概述

炉、电饭煲、热水器、遥控电视机、摄像机、数码照相机、智能充电器、各种报警器等都使用单片机进行控制。

6. 电信

单片机在电信领域的应用包括:电话机、无绳电话机、投币电话机、磁卡电话机、光卡电话机、模拟或数字蜂窝移动通信手持机、无线对话机、业余无线电台、传真机、调制解调器、通话计费器、智能线路、数字滤波、电话密码锁、来电显示器等。

7. 计算机外围设备

很多外部设备使用单片机作为控制器,使这些外部设备具有智能化功能。计算机外围设备的应用有:键盘、打印机、绘图仪、智能化终端、智能扩充卡、智能化硬盘驱动器、调制解调器、外设控制板等。

8. 办公自动化

办公自动化方面的应用包括:复印机、智能打字机、传真机、个人数字助理 PDA、智能终端机等。

9. 商用电子

商用电子的应用有:自动售货机、自动柜员机、电子收款机、电子秤、智能卡、IC 卡、读写器等。

10. 汽车电子

汽车电子的应用包括:点火控制、变速控制、防滑控制、防撞控制、排气控制、最佳燃烧控制、计价器、交通控制、防盗报警、电子地图、车载通信装置等。

11. 军用电子

各种导弹和鱼雷的精确制导、智能武器、雷达系统、电子战设备等军用电子设备也广泛使用单片机。

另外,在其他领域中,单片机也有着广泛的应用。如汽车自动驾驶系统、航天测控系统、精密机床等。

1.3 单片机的分类

单片机非常广泛地应用于各个领域,其产品系列也很多。按照其体系结构大致可以分为 CISC 单片机、RISC 单片机、DSP 和 ARM 核 4 类。

1.3.1 CISC 与 RISC 单片机

在早期,CPU执行的指令都是复杂指令集计算机 CISC(Complex Instruction Set Computer)指令,完全采用复杂指令来支持高级语言、应用程序和操作系统。

传统的 CISC 指令集随着单片机的发展而引入了各种各样的复杂指令,使得指令集和为此要实现这些指令的体系结构越来越复杂。经过大量的分析与研究,发现在 CISC 的指令集中,各种指令的使用频度相差悬殊。大概有 20%的指令经常使用,其使用量占整个程序的 80%;而有 80%左右的指令则很少使用,其使用量约占整个程序的 20%。这就使得 CISC 的效率大大降低。CISC 单片机一般采用数据线和指令线分时复用的方式,称为普林斯顿(Princeton)结构。

精简指令集计算机 RISC(Reduced Instruction Set Computer)是一种指令长度较短的计算机,其运行速度比 CISC 要快。RISC 并非只是简单地减少指令,而是着眼于如何使计算机的结构更加简单合理地提高运算速度。RISC 单片机优先选取使用频率最高的简单指令,避免复杂指令;将指令长度固定,指令格式和寻址方式种类减少;以方便布线控制逻辑为主,不用或少用微码控制以及采用流水线技术等措施来达到上述目的。精简指令集计算机 RISC 的数据线和指令线分离,具有哈佛(Harvard)结构。

总之,采用 CISC 结构的单片机具有指令丰富、功能较强的特点,但由于取指令和取数据不能同时进行,速度受到限制。属于 CISC 结构的单片机有 Intel 公司的 MCS-51 系列、Freescale 公司的 M68HC 系列、Atmel 公司的 AT89 系列、我国台湾 Winbond(华邦)公司的 W78 系列等。CISC 结构的单片机适用于控制关系比较复杂的场合,如通信产品、工业控制系统等。

采用 RISC 结构的单片机取指令和取数据可同时进行,且由于一般指令线宽于数据线,使其指令较同类 CISC 单片机指令包含更多的处理信息,执行效率更高,速度也更快。同时,这种单片机指令多为单字节,程序存储器的空间利用率大大提高,有利于实现超小型化。属于 RISC 结构的单片机有 Microchip 公司的 PIC 系列、Atmel 公司的 AVR 单片机 AT90S 系列等。一般来说,控制关系较简单的小家电,可以采用 RISC 型单片机。不过,随着 RISC 单片机功能的不断完善,其控制功能也将不断提高。

1.3.2 数字信号处理器

数字信号处理器 DSP(Digital Signal Processor)是一种具有高速运算能力的单片机,是一种专门为实时、快速实现各种数字信号处理算法而设计的、具有特殊结构的微处理器。与普通单片机相比,DSP 器件具有较高的集成度、更快的 CPU、更大容量的存储器,内置有波特率发生器和 FIFO 缓冲器等。

DSP 采用改进型哈佛总线结构,程序存储器空间和数据存储器空间分开,有多套地址和