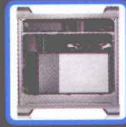




普通高等教育“十二五”机电类规划教材

重点推荐



微机原理及接口技术

张登攀 孔晓红 主编
李长有 张雪松 王笑一 李晓敏 副主编

- 精品课程配套教材
- 采用国家最新标准
- 配套习题、答案、课件等教学资源
- 教学资源请登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 免费获取



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

微机原理及接口技术

主 编 张登攀 孔晓红

副主编 李长有 张雪松

王笑一 李晓敏

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

微机和接口是现代检测和控制系统中的“大脑”和“神经”。本书紧紧抓住“计算机是核心，接口是关键”这一特点，按照“数字计算方法—微机组成和工作原理—软件设计—接口体系—系统开发”的步骤组织教材，利用丰富实例，深入浅出地讲解相关内容。

本书内容编写兼顾高校教学课时要求，重在加强学生工程背景，培养学生的创新能力和工程实践能力，尽量减少理论推导和原理性论述，通过实例引导读者给对内容的理解并提高其主动创新能力。通过本书的学习，读者可建立微机测控系统整体架构，掌握微机在测控领域的基础理论和专门知识。为帮助读者理解掌握各章内容，书中有针对性地设有一定量的习题。

本书可作为高等院校和职业技术学院自动化、测控技术与仪器、仪器仪表及机电一体化等相关专业的教材和教学参考书，并可供相关工程技术人员自学和参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理及接口技术 / 张登攀, 孔晓红主编. —北京: 电子工业出版社, 2011.6

(普通高等教育“十二五”机电类规划教材)

ISBN 978-7-121-13544-6

I. ①微… II. ①张… ②孔… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085614 号

策划编辑: 李 洁 (lijie@phei.com.cn; samju1023@qq.com)

责任编辑: 李 洁 特约编辑: 钟永刚

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 508.8 千字

印 次: 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着大规模集成电路的发展，微型计算机在现代企业生产和日常生活中的应用越来越深入和广泛，从工业生产的复杂系统到家庭的简单劳动，从宏观的航空航天仪器仪表到微观的生物医学精密仪器，微机和接口技术的应用无处不在。人们逐步形成共识：“没有微型计算机的仪器就不能称为先进的仪器，没有微型计算机的控制系统就不能称为现代控制系统。”

本书的编写参阅了大量文献，并结合微型计算机技术的最新发展和教学实践，系统阐述了微型计算机的数制和运算、系统结构及工作原理、软件设计技术、接口体系，使读者在掌握基本知识的基础上，达到掌握开发和设计技能的目的。

微型计算机应用系统的特点是体积小、成本低、功能强和智能化，其相关课程一直是机电一体化、机械设计及制造、自动化、电气工程及计算机应用等专业的主干课程。本书系统阐述了微型计算机系统的分类和应用特点，介绍了传统独立 CPU 微型计算机系统原理与单片微型计算机原理的区别和联系，并以单片微型计算机作为教材的主体内容，以适应专业培养的需要。

本书的主要特点体现在以下几个方面：

1. 理论性和实践性兼顾，突出应用设计。本书系统地介绍了微型计算机理论体系和接口体系，并通过完整的设计开发实例，使读者能快速掌握应用系统设计方法。

2. 实例丰富、典型。本书在内容组织上，系统硬件构成和软件实现同步阐述，并通过实例实现软件设计思想、程序实现流程与硬件性能的结合。

3. 突出培养主动创新能力。本书在内容编排上，尽量避免深奥的理论分析，阐述深入浅出，通俗易懂，重点培养读者的创新思维能力和主动创新实践能力。

4. 结合科研和教学实践，提供最新、最方便的系统开发过程，学习内容可直接用于实验和应用。

5. 针对章节核心内容都附有一定量的习题，有利于读者尽快掌握相关内容。

全书共分 9 章：河南理工大学的张登攀老师编写了第 1 章，李长有老师编写了第 9 章，河南科技大学的王笑一老师编写了第 2 章，新乡学院的郭宏亮老师编写了第 3 章，河南科技学院的孔晓红老师编写了第 4 章和第 8 章的 8.2 节，李晓敏老师编写了第 5 章和第 8 章的 8.1 节，张素君老师编写了第 7 章，中原工学院的张雪松老师编写了第 6 章。

建议本书课堂教学学时为 48 学时，课堂学时小于 48 学时的学校，教学内容可自行删减。

在本书编写过程中，得到了河南理工大学教务处和河南科技学院教务处等单位的大力支持，同时也得到了河南理工大学董爱华教授、李泉溪教授及其他参与编写本书的院校老师和领导的大力支持和关心，感谢所有给予本书以关心和帮助的朋友及所参阅文献的作者。

尽管参与编写的全体老师都尽心竭力，但缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者 (Email:albert_12@126.com)

目 录

| | |
|-----------------------|----|
| 第 1 章 微型计算机基础 | 1 |
| 1.1 微型计算机的组成体系 | 2 |
| 1.1.1 微型计算机的发展 | 2 |
| 1.1.2 微型计算机的分类及主流系列 | 3 |
| 1.1.3 微型计算机系统的组成原理 | 5 |
| 1.2 微型计算机的数制及其转换 | 8 |
| 1.2.1 微型计算机的数制 | 8 |
| 1.2.2 微型计算机数制间的转换 | 10 |
| 1.3 微型计算机的码制和编码 | 13 |
| 1.3.1 微型计算机中数的表示方法 | 13 |
| 1.3.2 微型计算机中的原码、反码和补码 | 15 |
| 1.3.3 微型计算机的二进制编码 | 16 |
| 1.4 微型计算机的二进制运算 | 19 |
| 1.4.1 算术运算 | 19 |
| 1.4.2 逻辑运算 | 20 |
| 1.5 微型计算机的应用领域 | 21 |
| 习题 | 22 |
| 第 2 章 微机系统结构与指令系统 | 23 |
| 2.1 微机系统结构 | 24 |
| 2.1.1 微机系统内部结构 | 24 |
| 2.1.2 特殊功能寄存器 | 28 |
| 2.1.3 微机系统的引脚功能 | 30 |
| 2.1.4 时钟输入与机器周期 | 31 |
| 2.1.5 定时器/计数器 | 33 |
| 2.1.6 中断控制系统 | 36 |
| 2.1.7 串行口接口 | 40 |
| 2.1.8 输入/输出端口 | 45 |
| 2.1.9 节电运行功能及工作方式 | 48 |
| 2.2 微机指令系统 | 49 |
| 2.2.1 指令系统及指令格式 | 49 |
| 2.2.2 寻址方式 | 50 |
| 2.2.3 数据传送指令 | 53 |
| 2.2.4 算术运算指令 | 57 |
| 2.2.5 逻辑运算及移位指令 | 61 |
| 2.2.6 控制转移指令 | 63 |
| 2.2.7 位操作指令 | 66 |
| 习题 | 67 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 第 3 章 微机系统应用程序设计 | 69 |
| 3.1 汇编语言程序设计 | 70 |
| 3.1.1 汇编语言语句格式及伪指令 | 70 |
| 3.1.2 汇编语言程序设计步骤 | 73 |
| 3.1.3 程序设计结构 | 74 |
| 3.1.4 汇编语言开发环境及汇编过程 | 80 |
| 3.1.5 汇编语言设计规范 | 82 |
| 3.1.6 程序设计举例 | 86 |
| 3.2 C 语言程序设计 | 93 |
| 3.2.1 C51 语言概述 | 94 |
| 3.2.2 C51 关键字和标识符 | 95 |
| 3.2.3 C51 语言的数据类型 | 97 |
| 3.2.4 常量、变量和指针 | 100 |
| 3.2.5 C51 的基本运算 | 102 |
| 3.2.6 函数 | 106 |
| 3.2.7 C51 语言与汇编语言混合编程 | 107 |
| 3.3 C51 编程实例 | 111 |
| 习题 | 117 |
| 第 4 章 微机系统接口扩展 | 118 |
| 4.1 微机系统接口扩展概述 | 119 |
| 4.1.1 微机系统扩展原理 | 119 |
| 4.1.2 程序存储器芯片的选择 | 120 |
| 4.1.3 数据存储器芯片的选择 | 122 |
| 4.1.4 中断系统扩展接口 | 123 |
| 4.1.5 系统 I/O 扩展接口 | 125 |
| 4.2 存储器系统扩展 | 126 |
| 4.2.1 扩展系统程序存储器 | 126 |
| 4.2.2 用 SRAM 扩展数据存储器 | 128 |
| 4.2.3 同时扩展程序存储器和数据存储器 | 129 |
| 4.3 系统 I/O 扩展 | 132 |
| 4.3.1 利用译码器扩展 I/O 接口 | 132 |
| 4.3.2 利用 8155/8255 扩展并行 I/O 接口 | 135 |
| 4.3.3 利用串转并移位寄存器芯片扩展 I/O 接口 | 141 |
| 习题 | 145 |
| 第 5 章 微机系统通信接口 | 147 |
| 5.1 微机通信接口概述 | 148 |
| 5.2 微机系统串行通信接口 | 148 |
| 5.2.1 微机系统串行口和控制寄存器资源 | 148 |
| 5.2.2 I ² C 串行通信接口 | 149 |
| 5.2.3 SPI 串行通信接口 | 155 |

| | | |
|--------------|---------------------------|------------|
| 5.3 | 微机系统并行通信接口 8255A | 160 |
| 5.3.1 | 8255 并行接口 | 160 |
| 5.3.2 | 8255A 并行接口的扩展设计 | 168 |
| | 习题 | 170 |
| 第 6 章 | 人机交互接口 | 171 |
| 6.1 | 键盘及其接口 | 172 |
| 6.1.1 | 独立式键盘接口 | 172 |
| 6.1.2 | 矩阵式键盘接口 | 174 |
| 6.1.3 | 键盘/显示专用接口 Intel 8279 | 176 |
| 6.2 | LED 显示器接口 | 183 |
| 6.2.1 | LED 显示器的结构与原理 | 183 |
| 6.2.2 | LED 显示方式 | 185 |
| 6.2.3 | LED 显示管理芯片 MAX7219 | 190 |
| 6.3 | LCD 液晶显示接口 | 195 |
| 6.3.1 | LCD 显示器的基本原理 | 195 |
| 6.3.2 | 液晶显示控制器的原理与应用实例 | 197 |
| 6.4 | 打印机接口 | 211 |
| 6.4.1 | GP16 微型打印机及接口 | 211 |
| 6.4.2 | TP μ P-40A/16A 打印机及接口 | 214 |
| | 习题 | 218 |
| 第 7 章 | 信号转换接口 | 220 |
| 7.1 | A/D 转换接口 | 221 |
| 7.1.1 | A/D 转换原理及常用芯片 | 221 |
| 7.1.2 | A/D 转换器的主要技术指标 | 223 |
| 7.1.3 | A/D 转换器的分类 | 223 |
| 7.1.4 | A/D 转换器的选择原则 | 224 |
| 7.2 | D/A 转换接口 | 225 |
| 7.2.1 | D/A 转换原理 | 225 |
| 7.2.2 | D/A 转换器的主要技术指标 | 226 |
| 7.2.3 | D/A 转换器的分类 | 226 |
| 7.2.4 | D/A 转换器的选择 | 228 |
| 7.3 | 微机信号转换设计实例 | 229 |
| 7.3.1 | A/D 转换设计实例 | 229 |
| 7.3.2 | D/A 转换器设计实例 | 233 |
| | 习题 | 239 |
| 第 8 章 | 测控网络接口 | 240 |
| 8.1 | 串行通信网络接口 | 241 |
| 8.1.1 | 串行数据的传输制式 | 241 |
| 8.1.2 | RS-232 串行通信接口 | 243 |
| 8.1.3 | RS-485 串行通信接口 | 247 |

| | | |
|--------------|--------------------------|------------|
| 8.2 | CAN 总线通信网络接口 | 248 |
| 8.2.1 | CAN 总线协议 | 248 |
| 8.2.2 | CAN 总线接口 | 252 |
| 8.2.3 | CAN 总线应用设计 | 254 |
| | 习题 | 258 |
| 第 9 章 | 微型计算机应用系统设计 | 259 |
| 9.1 | 项目开发流程 | 260 |
| 9.1.1 | 项目开发概述 | 260 |
| 9.1.2 | 需求与系统功能分析 | 261 |
| 9.1.3 | 系统总体设计 | 262 |
| 9.2 | 硬件电路设计 | 262 |
| 9.2.1 | PCB 设计的一般原则 | 263 |
| 9.2.2 | 准备工作 | 264 |
| 9.2.3 | 最小系统硬件电路焊接 | 266 |
| 9.2.4 | 电路板焊接效果检查 | 267 |
| 9.3 | 软件开发 | 268 |
| 9.3.1 | 软件开发过程 | 268 |
| 9.3.2 | 软件开发环境 | 269 |
| 9.3.3 | 构建软件项目 | 270 |
| 9.3.4 | 程序调试 | 273 |
| 9.4 | 程序存储器编程 | 277 |
| 9.4.1 | 程序存储器编程方法 | 277 |
| 9.4.2 | 在线编程原理 | 278 |
| 9.4.3 | 应用专业编程器的程序下载 | 280 |
| 9.4.4 | STC 系列单片机的程序下载 | 282 |
| 9.5 | 综合调试 | 284 |
| 9.6 | 综合设计实例 | 285 |
| 9.6.1 | 系统功能要求 | 285 |
| 9.6.2 | 功能分析及主要元器件确定 | 285 |
| 9.6.3 | 主要元器件功能介绍 | 286 |
| 9.6.4 | 硬件电路设计 | 292 |
| 9.6.5 | 软件设计及下载 | 293 |
| | 习题 | 307 |
| | 参考文献 | 308 |

第 1 章

微型计算机基础

微型计算机是一种能对信息进行加工处理的机器，它具有记忆、判断和运算能力，能仿效人类的思维活动，代替人的部分脑力劳动，并能对生产过程实施某种控制，等等。自 1946 年美国宾夕法尼亚大学制成世界上第一台 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) 电子计算机以来，电子计算机经历了电子管、晶体管和集成电路三个发展时代，于 20 世纪 70 年代初出现了第一台微型计算机。

最初的计算机只是作为一种现代化的计算工具，而现在微型计算机的应用领域已渗透到国民经济的各个领域和人民生活的各个方面，在信息社会中彰显出日益重要的地位，其科学水平、生产规模和应用程度已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

1.1 微型计算机的组成体系

微型计算机系统通常分为两类：一类是以微处理器为核心，配置辅助电路（如 RAM、ROM、I/O 接口电路）而构成的微型化计算机装置（简称 μC ），它是具有完成运行功能的计算机；另一类为单片微型计算机，它由单块集成电路芯片构成，内部包含计算机的基本功能部件，如中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等，只需要与适当的软件和外部设备相结合，便可成为微机控制系统。本节重点介绍单片微型计算机。

1.1.1 微型计算机的发展

1. 微处理器技术的发展

第一代，1971 年 10 月，美国 Intel 公司首先推出 Intel 4004 微处理器，微处理器进入 4 位微处理器和低挡 8 位微处理器时期。1972 年 3 月，Intel 公司又推出 Intel 8008 微处理器，实现了 8 位并行运算。

第二代，1973 年开始，是以 8 位微处理为主的时期。典型产品有：1973 年，Intel 8080；1974 年 3 月，Motorola 公司的 MC 6800；1975—1976 年，Zilog 公司的 Z80；1976 年，Intel 8085 等。

第三代，1978 年开始，是以 16 位微处理为主的时期。典型产品有：1978 年 Intel 8086；1979 年，Zilog 公司的 Z 8000；1979 年，Motorola 公司的 MC 68000 等。

第四代，1981 年开始，是以 32 位微处理为主的时期。典型产品有：1983 年，Zilog 公司的 Z 80000；1984 年，Motorola 公司的 MC 68020；1985 年，Intel 公司的 80386 等。在这一时期，微处理器的集成度达到了空前规模，如 80386 微处理器集成度为 27.5 万管/片。

自 Intel 80386 芯片推出以来，又出现了许多高性能的 32 位和 64 位微处理器，如 Motorola 的 MC68030、MC68040，AMD 公司的 K6-2、K6-3、K7，以及 Intel 的 80486、Pentium、Pentium2、Pentium3 和 Pentium4 等产品。

2. 单片微型计算机的发展

1974 年，美国仙童（Fairchild）公司研制出世界上第一台单片微型计算机 F8，该机由两块集成电路芯片组成，结构独特，具有与众不同的指令系统，深受民用电器和仪器仪表领域的欢迎和重视。之后，单片微型计算机开始迅速发展，应用范围不断扩大，成为微型计算机领域的重要分支。单片微型计算机的发展，以 Intel 公司 1976 年推出的 8 位单片机为起点，大体经历了三个历史阶段。

（1）第一代单片微型计算机（1976—1978 年）

第一代单片微型计算机始于 1976 年，以 MCS-48 系列为代表。该系列机型在片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 接口、8 位定时计数器、RAM 及 ROM 等，其特点是无串行 I/O 接口，中断处理比较简单，片内 RAM、ROM 容量小，且寻址范围小于 4KB。第一代单片微型计算机产品还包含 Motorola 公司的 6801 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列。

第一代单片微型计算机在技术上采用了专门的结构设计,将 CPU 及外围单元集成在一块芯片上,实现了单个芯片上的计算机集成,其指令系统设计面向控制功能要求,从此,工业控制领域有了自己的计算机工业,开始了测控领域的智能化控制时代。

(2) 第二代单片微型计算机(1978—1982年)

第二代单片微型计算机以 Intel 公司的 MCS-51 系列为代表,其技术特点是完善了外部总线,并确立了单片微型计算机的控制功能。其外部并行总线规范化为 16 位地址总线,用以寻址外部 64KB 的程序存储器和数据存储器空间,与 8 位数据总线及相应的控制总线,形成完整的并行三总线结构。同时还提供了具有多机通信功能的异步通信接口 UART。

在确立基本控制功能方面,MCS-51 系列在指令系统中设置了大量的位操作指令,和片内的位地址空间构成了单片微型计算机所独有的布尔处理器,大大增强了单片微型计算机的位控制功能;指令系统中设置了大量的条件/无条件跳转指令,增强了指令系统的控制功能;在片内设置了特殊功能寄存器(SFR),建立了计算机外围功能电路的集中管理模式,为外围功能部件增添的计算机的使用管理带来了极大的方便。

这一代单片机结束了计算机单片集成的简单形式,真正开创了单片微型计算机作为微控制器的发 展道路。

(3) 第三代单片微型计算机(1982年至今)

第三代单片微型计算机的技术特点是全速发展单片微型计算机的控制功能。这一代单片微型计算机的特点根据科学和工业应用需要呈现出百花齐放的发展局面。国际各大电气公司纷纷介入开发自己的单片微型计算机系列,其综合特点为:

① 发展非总线型单片微机,并与原有的总线型单片机形成了两大派系。为了满足家电控制器的巨大市场,它们将单片机的并行扩展总线省去,推出廉价型单片微机,并尽可能将一些外围接口封装在片内;

② 为了满足不使用并行总线而能扩展各种外围器件,推出了串行扩展总线,如 philips 的 I²C 总线、Motorola 的 SPL 和 NS 公司的 Microwire/PLUS 的串行外围接口等;

③ 发展具有良好控制功能的控制网络总线,以实现串行通信总线难以构成的多主强控制功能的网络系统,如汽车电子系统中采用的 CAN 总线。

1.1.2 微型计算机的分类及主流系列

20 世纪 80 年代以来,各大电气及半导体器件厂商纷纷推出自己的产品系列。迄今为止,市场上的单片微型计算机(以下简称单片微机)产品已达 60 多个系列,600 余个品种。

1. 单片微机的分类

单片微机从不同的角度有不同的分类:按运算位长短分,可分为 4 位、8 位、16 位、32 位等;按使用场合的不同,可分为高端单片机和低端单片机;按应用领域分,可分为家电类单片机、工控类单片机、通信类单片机、军工类单片机;按是否通用分,可分为通用型单片机和专用型单片机。由于数据处理位数是单片微机 CPU 的重要标志,所以本书按单片微机的位数进行分类,可分为以下四类。

(1) 4 位单片微机

4 位单片微机的控制功能较弱,CPU 一次只能处理 4 位二进制数据。这类单片微机常用于

计算器、各种形态的智能单元或作为家用电器中的控制器。典型产品有美国 NS (National semiconductor) 公司的 COP4××系列, Toshiba 公司的 TMP47×××系列及 Panasonic 公司的 MN1400 系列单片微机。

(2) 8 位单片微机

8 位单片微机的控制功能较强, 品种最为齐全。对比 4 位单片微机, 它不仅具有较大的存储容量和寻址范围, 而且中断源、并行 I/O 接口和定时器/计数器个数都有了不同程度的增加, 并集成有全双工串行通信接口。

在指令系统方面, 它普遍增设了乘除指令和比较指令。特别是增强型单片机, 除片内增加了 A/D 和 D/A 转换器以外, 还集成有定时器捕捉/比较寄存器、监视定时器 (Watch Dog)、总线控制部件和晶体振荡电路等。这类单片机由于片内资源丰富, 功能强大, 主要在工业控制、智能仪表、家用电器和办公自动化系统中应用。

其代表产品有 Intel 公司的 MCS-51 系列, 荷兰 Philips 公司 80C51, Motorola 公司的 M6805 系列, Microchip 公司的 PIC 系列和 Atmel 公司的 AT89 系列单片微机等。

(3) 16 位单片微机

16 位单片微机的特点是: CPU 为 16 位, 部分单片机寻址能力高达 1MB, 片内含有 A/D 和 D/A 转换电路, 支持高级语言。这类单片机主要用于过程控制、智能仪表、家用电器或作为计算机外部设备的控制器。其典型产品有 Intel 公司的 MCS96/98 系列, Motorola 公司的 M68HC16 系列, NS 公司的 HPC××××系列单片微机等。

(4) 32 位单片微机

32 位单片微机的字长为 32 位, 是单片微机中的顶级产品, 具有极高的运算速度。这类单片机的代表产品有 Freescale 公司的 M68300 系列, 英国 Inmos 公司的 IM-ST414 系列和日立公司的 SH 系列单片微机等。

2. 单片微型计算机的主流系列

目前, 市场上流行的单片微型计算机的种类很多, 主要有: 美国的 Intel、Motorola、Zilog、NS、Microchip、Atmel 和 TI 公司, 日本的 NEC (日电)、Toshiba (东芝)、Fujitsu (富士通) 和 Hitachi (日立) 公司, 荷兰的 Philips 公司, 英国的 Inmos 公司和德国的 Siemens (西门子) 公司, 等等。下面对部分厂家的单片微型计算机的系列产品进行介绍。

(1) Intel 公司的单片微机

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司于 1980 年推出的 8 位单片机。其典型产品为 8051, 其内部资源分配和性能如下: 8 位 CPU、寻址能力达 $2 \times 64\text{KB}$; 4KB 的 ROM 和 128B 的 RAM; 4 个 8 位 I/O 接口电路; 一个串行全双工异步接口; 5 个中断源和两个中断优先级。80C51 是 MCS-51 系列中的一个子系列, 是一族高性能兼容型单片机, Siemens、Philips 等公司在 80C51 基础上推出了与 80C51 兼容的新型单片机, 它们统称 80C51 系列。其中, Philips 公司的 80C51 系列单片机性能卓越, 产品最齐全, 最具有代表性。

Intel 公司于 1984 年开始推出 16 位高性能 MCS-96 系列单片机, 该系列包括 8096BH、8096 和 8098 三个子系列。MCS-96 系列单片机采用累加器和流水线作业的系统结构, 运算速度快、精度高, 其典型产品为 8397BH。

(2) Freescale 公司的单片微机

Freescale 是世界上最大的单片机厂商。2004 年, Motorola 公司半导体部更名为 Freescale

Semiconductor, 并独立运行。从 M6800 开始, 其生产的产品种类齐全, 从 4 位, 8 位, 16 位到 32 位的单片机都有, 其中典型的代表有: 8 位机 M6805、M68HC05 系列, 8 位增强型 M68HC11、M68HC12, 16 位机 M68HC16, 32 位机 M683××。Freescale 单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率较 Intel 类单片机低得多, 因而使得其高频噪声低, 抗干扰能力强, 更适合于工控领域及恶劣的环境。

(3) Atmel 公司的单片微机

美国 Atmel 公司是世界上著名的生产高性能、低功耗、非易失性存储器和数字集成电路的一流半导体制造公司。Atmel 公司最令人注目的是 E²PROM 和闪存 (Flash) 存储器技术, 一直处在世界领先地位。该公司把 E²PROM 和 Flash 存储器技术巧妙地运用于单片机, 并采用多种封装形式和高标准质量检测。

Atmel 单片机可分为 AT89、AT90、AT91 和智能 IC 卡四个系列, 这些单片机内部含有 Flash 存储器, 故它们在便携类产品中有广泛应用。Atmel 单片机按使用环境可分为 C (商业) 档、I (工业) 档、A (汽车) 和 M (军用) 档, 其中 M 档产品的环境使用温度为 -55~+150℃。因此, Atmel 单片机除广泛用于计算机外部设备、通信设备、自动化工业控制、仪器仪表等产品中外, 还在航空航天仪表、雷达系统、导弹、智能自适应仪器、机器人和各类武器系统中有着广泛的应用。

(4) MicroChip 公司的单片微机

MicroChip 单片机的主要产品是 PIC16C 系列和 17C 系列 8 位单片机, 其 CPU 采用 RISC 结构, 分别仅有 33 条和 58 条指令, 并采用 Harvard 双总线结构, 运行速度快, 工作电压低, 功耗小, 输入/输出直接驱动能力较大, 价格低, 在办公自动化设备、消费电子产品、电讯通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制等不同领域都有广泛的应用。PIC 系列单片机在世界单片机市场份额排名中的名次逐年提高, 发展非常迅速。

国际上其他较为著名的单片微机产品还有日本 Hitachi (日立) 公司的 Super H (简称 SH) 系列单片机和东芝单片机, SH 系列单片机采用 RISC 结构, 数据处理速度快、功能强、功耗小, 典型产品可分为基本型 SH-1、改进型 SH-2、低功耗型 SH-3 和增强型 SH-4 四类; 东芝单片机门类齐全, 其中 4 位机主要用于家电领域, 8 位机主要有 870 系列、90 系列, 32 位机采用 MIPS3000A RISC 的 CPU 结构, 面向 VCD、数码相机、图像处理等市场。

1.1.3 微型计算机系统的组成原理

现代微型计算机系统组成结构基本上是以冯·诺伊曼模型为基础的, 即以执行存储器中的程序而工作。计算机执行程序时是自动按顺序进行的, 不需要人工干预, 程序和数据由输入设备输入存储器, 执行程序所获得的运算结果则由输出设备输出。下面通过以微处理器为中心的微型计算机系统和以单片微机为中心的计算机系统进行具体介绍。

1. 以微处理器为中心的微型计算机系统

以微处理器为中心的微型计算机系统是在中、小型计算机基础上发展起来的, 以大规模集成电路技术为条件的一种新型计算机。和其他计算机相比, 它的最大特点是采用总线结构, 其中三总线结构尤为普遍, 目前已成为微型计算机的一种基本结构, 如图 1-1 所示。

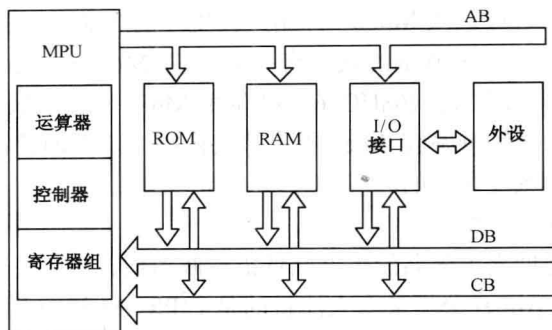


图 1-1 微型计算机系统的基本结构

从图 1-1 可以看出，微处理器 MPU 是通过 AB、DB 和 CB 三条总线同外围的大规模集成电路 ROM 存储器、RAM 存储器及 I/O 接口电路相连进行工作的。不过，系统在工作时还需要其他的一些辅助电路（如时钟发生器、各类译码器、缓冲器等）才能构成具有完整运算功能的计算机。从图 1-1 可以看出，微型计算机系统与一般计算机系统的组成是一致的，下面分别对各部分进行介绍。

（1）微处理器 MPU

微处理器是微型计算机的 CPU（Central Processing Unit），具有运算器和控制器的功能，是组成微型计算机的核心部件。微处理器内部结构极其复杂，从功能上看，主要分为三运算器、控制器和寄存器组等部分。

运算器和控制器是计算机赖以工作的核心部件。运算器主要包括加法器、指令译码器和控制电路等，用于算术运算和逻辑操作，其操作顺序受控制器控制；控制器由指令寄存器、指令译码器和控制电路等组成，是整个计算机的中枢，它根据指令码指挥着运算器、存储器和外围接口相连的输入和输出设备自动协调地工作。现在，运算器和控制器通常集成在单块或几块大规模集成电路芯片内，称为中央处理单元 CPU，即微处理器。

寄存器组用来存放操作数、中间结果、地址及工作状态等内容。通常寄存器组由多个寄存器组成，是微处理器中的重要部件；寄存器可以暂存数据，且其中的数据可以直接参与运算，使许多运算可以在微处理器内部进行，减少了微处理器芯片与存储器和外部设备等的数据交换，从而加快了运算速度。

（2）ROM 和 RAM 存储器

ROM 和 RAM 是半导体存储器，是采用大规模集成电路工艺制成的存储器芯片。ROM（Read Only Memory）存储器是一种在正常工作时只能读不能写的存储器，它通常用来存放固定程序和常数。RAM（Random Access Memory）存储器是一种在正常工作时既能读又能写的存储器，通常用来存放原始数据、中间结果、最终结果和实时数据等。RAM 中存入的信息不能长久保存，停电后便立即消失，因此它又称为易失性存储器。

（3）I/O 接口电路

微型计算机通过 I/O 接口电路与各种外部设备相连，而总线是 CPU 和存储器、I/O 接口电路之间信息传输的通道。在微型计算机系统中，总线按功能可分为数据总线 DB（Data Bus）、控制总线 CB（Control Bus）和地址总线 AB（Address Bus）。数据总线用来传递数据，这里的数据包括真正要处理的数据、指令代码、状态量和控制量等信息。控制总线用来传输各种控制

信号。控制信号各自独立起作用，如 CPU 发出的读信号、写信号等输出信号，从外设输入 CPU 的终端请求信号等。地址总线用来传送地址信息，只能由 CPU 单向输出地址信息，以寻找内存单元或 I/O 接口的地址，地址总线的宽度表明了 CPU 最大可允许寻址存储空间的大小。

以微型计算机为主机，配上系统软件、电源及各类外部设备，便可构成微型计算机系统，其组成如图 1-2 所示。

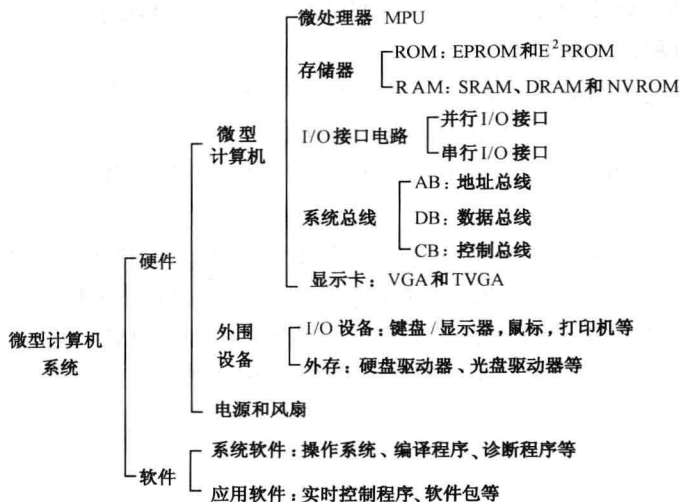


图 1-2 微型计算机系统组成

2. 以单片微机为中心的计算机系统

单片微机由单块集成电路芯片构成，内部包含计算机的基本功能部件：中央处理器 CPU、存储器和 I/O 接口电路等，因此单片微机只需要和适当的软件及外部设备相结合，便可成为一个计算机应用系统。

以单片微机为中心的计算机系统的基本结构如图 1-3 所示。

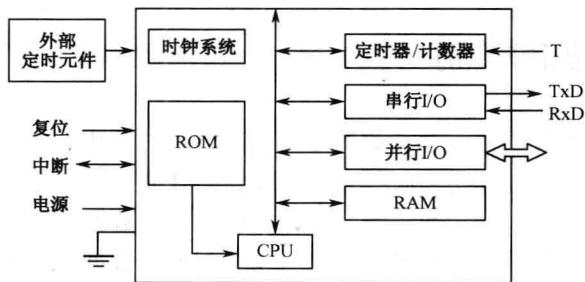


图 1-3 以单片微机为中心的计算机系统的基本结构

(1) 中央处理器 CPU

CPU 是单片机的核心部分，通常由运算器、控制器和中断电路等组成。CPU 进行算术运算和逻辑操作的字长同样有 4 位、8 位、16 位和 32 位之分，字长越长运算速度越快。

(2) 存储器

在单片微机内部，ROM 和 RAM 存储器是分开制造的。

ROM 存储器一般为 1~32KB, 用于存放应用程序, 因此又称为程序存储器。计算机系统投入使用后, 用于测试和控制的应用程序通常固化在片内 ROM 中。目前, 单片微机根据片内 ROM 的结构, 可分为无 ROM 型、ROM 型和 EPROM 型三类, 常用常见的是新出现的具有 E²ROM 和 Flash 型 ROM 存储器的产品。

RAM 存储器主要用来存放实时数据或作为通用寄存器、数据堆栈和数据缓冲器之用。在单片微机内部的 RAM 存储器容量为 64~256B, 最多可达 48KB。

(3) I/O 接口和特殊功能部件

I/O 接口电路有串行和并行两种。串行 I/O 接口电路用于串行通信, 它可以把单片机内部的并行 8 位数据 (8 位机) 变成串行数据向外传送, 也可以串行接收外部送来的数据并把它们变成并行数据送给 CPU 处理。并行 I/O 接口电路可以使单片微机和存储器或外设之间并行地传送 8 位数据 (8 位机)。

特殊功能部件指单片微机集成的定时器/计数器、A/D 和 D/A 转换器、DMA 通道等电路。定时器/计数器用于产生定时脉冲, 以实现单片机的定时控制; A/D 和 D/A 转换器用于模拟量和数字量之间的相互转换, 以完成实时数据的采集和控制; DMA 通道可以使单片机和外设之间实现数据的快速传送。因此, 单片微机集成的特殊功能部件及其数量与产品的型号有关, 在设计时可查阅有关手册。

1.2 微型计算机的数制及其转换

计算机最基本的功能是对“数据”进行运算处理。数据是计算机操作的对象, 一般可分为数值数据和非数值数据。数值数据用于表示数量的大小, 它有确定的数值; 非数值数据没有确定的数值, 它主要包括字符、汉字、逻辑数据等。数值数据的正负、大小、小数点如何表示为二进制形式, 非数值数据如何表示为二进制形式, 数据表示为二进制信息后, 如何对数据进行运算, 运算结果是否会溢出等一系列问题需要进行详细讨论。

1.2.1 微型计算机的数制

进位计数制是一种按进位进行计数的方法。在日常生活中, 人们常使用各种进位计数制, 如六十进制 (1 小时=60 分, 1 分=60 秒), 十二进制 (1 英尺=12 英寸, 1 年=12 月等)。人们最熟悉且最习惯采用十进制来表示数据, 而在计算机内部, 数据则是用二进制表示的, 因为二进制数运算简单, 便于实现。但编写程序时, 用二进制表示数据、地址时书写太长, 易出错, 因此数据又往往采用十进制、十六进制来表示。本节主要介绍十进制和二进制等常用的数制。

1. 十进制 (Decimal System)

数制最基本的特征是它的基数, 基数是指数制中表示数值的数码个数。日常生活中, 人们习惯使用十进制, 它有 10 个数字符号, 分别为 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 因此十进制有 10 个数码, 基数为“10”。它的计数规则是“逢十进一, 借一当十”。

数的表示法一般采用位置计数法。每一个数码和数码所在位置载有该数大小的数值称为

“权”。每个位置的“权”可以用基数的乘方表示。例如，数 $(53891)_{10}$ 可表示为：

| | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5 | 3 | 8 | 9 | 1 |
| 10^4 | 10^3 | 10^2 | 10^1 | 10^0 |
| 万 | 千 | 百 | 十 | 个 |

按位权展开表示为：

$$53891 = 5 \times 10^4 + 3 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

十进制小数的位权是以 10 的负次方幂表示的，如 $10^{-1} = 0.1$ ， $10^{-2} = 0.01$ 。

因此，有 n 位整数和 m 位小数的十进制数 D (Decimal number) 用按位权展开表示为：

$$\begin{aligned} D_{10} &= d_{n-1}d_{n-2} \cdots d_1d_0 \cdot d_{-1} \cdots d_{-m} \\ &= d_{n-1} \times 10^{n-1} + d_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + d_1 \times 10^1 + d_0 \times 10^0 \\ &\quad + d_{-1} \times 10^{-1} + d_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + d_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} d_i \times 10^i \end{aligned}$$

式中， $d_i \in \{0, 1, \dots, 9\}$ ， m 和 n 取正整数。

2. 二进制 (Binary System)

二进制的基为“2”，数字符号为 0 和 1，其计算规则为“逢二进一，借一当二”。二进制各位的权是以 2 为底的幂，如数 $(10111)_2$ 可表示为：

| | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 二进制 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 权 | 2^4 | 2^3 | 2^2 | 2^1 | 2^0 |
| 十进制 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

任意二进制数 B (Binary number) 按位权展开为：

$$\begin{aligned} B_2 &= b_{n-1}b_{n-2} \cdots b_1b_0 \cdot b_{-1} \cdots b_{-m} \\ &= b_{n-1} \times 2^{n-1} + b_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 \\ &\quad + b_{-1} \times 2^{-1} + b_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + b_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} b_i \times 2^i \end{aligned}$$

式中， $b_i \in \{0, 1\}$ ， m 和 n 取正整数。

3. 八进制 (Octal System)

八进制的基为“8”，对应的数字符号共有 8 个：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7，其计算规则为“逢八进一，借一当八”。八进制各位的权是以 8 为底的幂，八进制数按位权展开的计算方法同十进制和二进制，如数 $(362)_8$ 按位权展开为：

$$(362)_8 = 3 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 1 \times 8^0$$

4. 十六进制 (Hexadecimal System)

十六进制的基为“16”，对应的数字符号共有 16 个：0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F，其计算规则为“逢十六进一，借一当十六”。十六进制各位的权是以 16 为底的幂，十六进制数按权展开的计算方法同十进制和二进制，如数 $(362)_{16}$ 按位权展开为：

$$(362)_{16} = 3 \times 16^2 + 6 \times 16^1 + 1 \times 16^0$$