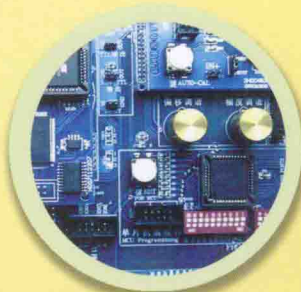
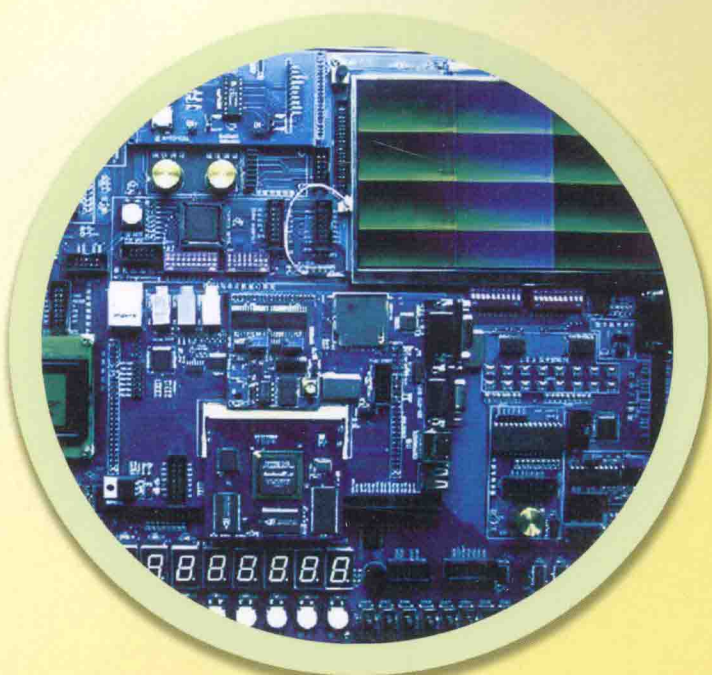


高等院校电工电子技术类课程“十二五”规划教材

单片机原理与接口技术

主 编 邓宏贵
副主编 陈 刚 王 龙
蔡 娟 解志坚



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

0140 56898

TP368.1
865

高等院校电工电子技术类课程“十二五”规划教材

单片机原理与接口技术

主 编 邓宏贵

副主编 陈 刚

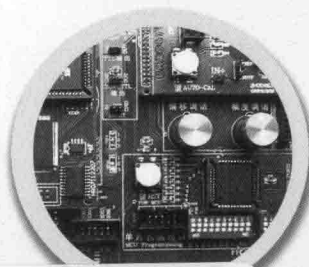
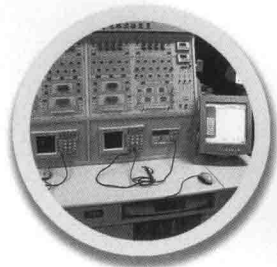
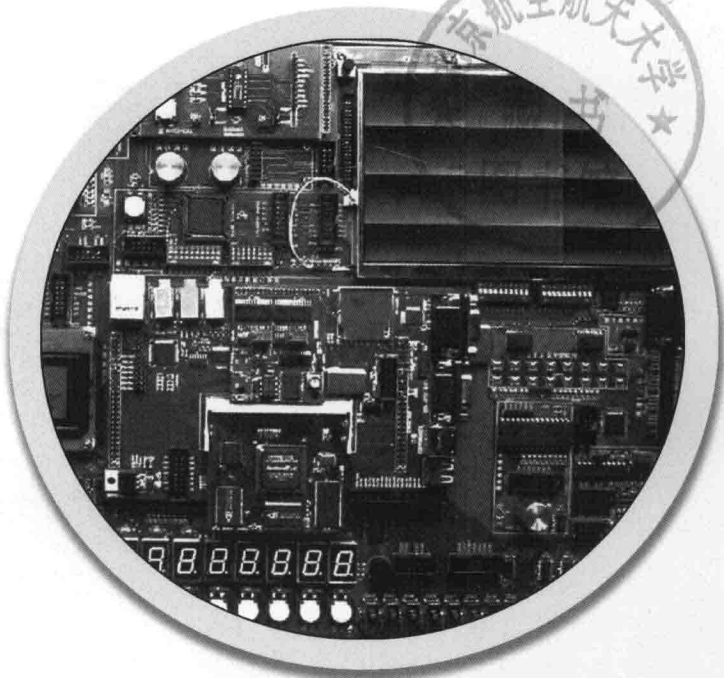
参 编 刘小燕

王 龙

蔡 娟

解志坚

罗来平



TP368.1
865



北航

C1741925



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



北航

C1741925

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与接口技术/邓宏贵主编. —长沙:中南大学出版社, 2013. 4

ISBN 978 - 7 - 5487 - 0858 - 2

I. 单... II. 邓... III. ①单片微型计算机 - 理论 - 高等学校 - 教材②单片微型计算机 - 接口技术 - 高等学校 - 教材

IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 073864 号

单片机原理与接口技术

主编 邓宏贵

☐责任编辑 胡小锋

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市宏发印刷有限公司

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 14 ☐字数 375 千字 ☐插页 2

☐版 次 2014 年 7 月第 1 版 ☐2014 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 0858 - 2

☐定 价 29.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

1971 年 Intel 公司研制出世界上第一台 4 位单片机 Intel 4004, 它标志着单片机和微机的发展从此走向了两条截然不同的道路。经过 40 多年的发展, 现代单片机已经迈入了 32 位时代。与微机处理器相比, 单片机集成了更多的外围设备和总线接口, 并能在更小的功耗下工作, 因而更适应于工业控制、仪器仪表、微型电子设备等领域的使用。学习使用单片机技术, 是当代电子、控制专业学生必须掌握的专业技能。

本书以 51 单片机为例, 系统地介绍了单片机的系统架构、中断控制、常用外围部件、总线系统和程序设计方法, 由浅入深地讲解了单片机系统的使用方法和设计要点, 是学生入门、深入学习单片机技术的常用参考书籍。

本书第 1、2、3 章简单介绍了单片机的发展历程和架构, 为读者学习单片机系统做好了理论铺垫; 第 5、6、7、8 章介绍了单片机的常用外围部件, 为读者设计单片机硬件系统打好基础; 第 9 章介绍了单片机应用系统的实用设计, 通过实用的单片机系统电路介绍, 使读者快速掌握单片机系统硬件设计的方法; 第 4 章和第 10 章分别讲解了 51 单片机基于汇编语言和 C 语言的程序设计, 帮助读者掌握实用的单片机软件设计方法。

全书贯串实际案例, 以实用为宗旨, 讲方法、讲要点, 通过学习本书, 读者能快速掌握单片机系统设计的精髓和重点。与其他的教材不同, 本书着重于实践, 重视技巧和方法, 帮助读者更快地上手和实际使用。

希望读者能在阅读过程中举一反三, 由点及面, 多实践, 加强动手能力, 这对单片机和其他专业课程的学习都将有莫大好处!

本书的编写思路与大纲由邓宏贵教授总体策划, 指导全书的编写, 并对全书统稿。湖南农业大学陈刚编写了第 1、4 章, 湘南学院王龙编写了第 7、8 章, 怀化学院蔡娟编写了第 5、6 章, 湖南农业大学解志坚编写了第 3 章, 赣南师范学院刘小燕编写了第 10 章, 北京城市学院罗来平编写了第 2 章, 中南大学邓宏贵编写了第 9 章。

由于时间紧迫和编者水平的限制, 书中的错误和缺点在所难免, 热忱欢迎使用者对本书提出批评与建议。本书配有电子课件, 如需要请联系: QQ451899305, 电话: 073188830925。

编 者

2014 年 4 月

目 录

第1章 单片机概述	(1)
1.1 微机的产生与发展	(1)
1.1.1 微机的发展	(1)
1.1.2 微机的基本结构	(2)
1.1.3 微处理器的基本组成	(3)
1.2 常用单片机系列介绍	(4)
1.3 单片机的发展及应用领域	(7)
1.3.1 单片机的发展	(7)
1.3.2 单片机的特点	(8)
1.3.3 单片机的应用领域	(8)
第2章 单片机系统结构及开发环境	(10)
2.1 80C51 单片机的物理结构	(10)
2.1.1 80C51 单片机资源	(10)
2.1.2 80C51 单片机引脚定义	(10)
2.2 80C51 单片机内部结构	(12)
2.2.1 80C51 单片机内部结构	(12)
2.2.2 80C51 单片机内部结构详解	(12)
2.3 80C51 单片机开发环境	(18)
2.3.1 80C51 单片机开发环境 Keil μ Vision4 介绍	(18)
2.3.2 如何使用 Keil μ Vision4 建立一个工程	(19)
2.4 80C51 单片机最小系统	(24)
2.4.1 80C51 单片机最小系统电路框图	(24)
2.4.2 80C51 单片机最小系统电路介绍	(24)
2.5 80C51 单片机应用实例	(25)
2.5.1 硬件电路设计	(25)
2.5.2 程序设计	(26)
第3章 寻址方式与指令系统	(28)
3.1 指令系统概述	(28)
3.1.1 80C51 指令的分类	(28)
3.1.2 80C51 单片机指令系统的特点	(28)

3.2 指令格式及常用符号	(29)
3.2.1 机器指令编码格式	(29)
3.2.2 符号指令格式	(30)
3.2.3 符号指令及其注解中常用符号的含义	(31)
3.3 80C51 的寻址方式	(32)
3.3.1 80C51 的寻址方式	(32)
3.3.2 立即寻址	(32)
3.3.3 直接寻址	(33)
3.3.4 寄存器寻址	(33)
3.3.5 寄存器间接寻址	(33)
3.3.6 变址寻址	(34)
3.3.7 相对寻址	(34)
3.3.8 位寻址	(35)
3.4 80C51 指令系统	(35)
3.4.1 数据传送类指令(29 条)	(35)
3.4.2 算术运算类指令(24 条)	(41)
3.4.3 逻辑运算与移位类指令(24 条)	(45)
3.4.4 控制转移类指令(17 条)	(48)
3.4.5 位操作类指令(17 条)	(53)
3.5 案例	(55)
第 4 章 80C51 的汇编语言程序设计	(60)
4.1 程序编制的方法和技巧	(60)
4.1.1 程序编制的步骤	(60)
4.1.2 程序编制的方法和技巧	(61)
4.1.3 汇编语言的语句种类	(61)
4.1.4 汇编语言的指令格式	(63)
4.2 源程序的编辑和汇编	(64)
4.2.1 源程序的编辑	(64)
4.2.2 汇编程序的汇编	(64)
4.3 汇编语言程序设计和基本程序结构	(65)
4.3.1 顺序程序设计	(65)
4.3.2 分支程序	(66)
4.3.3 循环程序	(67)
4.3.4 子程序及其调用	(69)
4.4 常用程序举例	(71)
4.4.1 算术运算程序	(71)
4.4.2 代码转换	(73)
4.5 LCD 液晶显示器的汇编实例	(74)

第5章 中断系统与定时器	(79)
5.1 中断系统	(79)
5.1.1 中断的概念	(79)
5.1.2 中断源	(80)
5.1.3 中断控制	(81)
5.1.4 中断过程	(85)
5.1.5 中断应用实例	(88)
5.2 80C51 单片机的定时器/计数器系统	(91)
5.2.1 定时器/计数器概述	(91)
5.2.2 定时器/计数器结构及工作原理	(91)
5.2.3 定时器/计数器的控制	(92)
5.2.4 定时器/计数器的工作方式及其应用实例	(94)
第6章 80C51 单片机的串行口及串行总线扩展	(103)
6.1 串行通信基本知识	(103)
6.1.1 基本通信技术及特点	(103)
6.1.2 串行通信的数据传送方式	(104)
6.1.3 串行通信的分类	(105)
6.1.4 串行通信的波特率	(107)
6.1.5 RS-232C 串行通信	(108)
6.2 80C51 单片机串行口的结构	(109)
6.2.1 80C51 单片机串行口控制	(112)
6.2.2 串行工作方式波特率	(115)
6.3 单片机的串行总线扩展	(116)
6.3.1 I ² C 总线接口及其扩展	(116)
6.3.2 SPI 总线接口及其扩展	(118)
6.3.3 USB 通信协议	(120)
6.4 单片机与单片机通信应用	(123)
第7章 单片机系统的扩展	(128)
7.1 系统扩展的概述	(128)
7.2 存储器扩展	(129)
7.2.1 程序存储器的扩展	(130)
7.2.2 数据存储器的扩展	(137)
7.3 并行 I/O 口的扩展	(143)
7.3.1 I/O 接口电路的功能	(143)
7.3.2 简单并行 I/O 接口的扩展	(144)
7.3.3 可编程接口电路的扩展	(145)

7.3.4 80C51 和 8155 的接口方法 and 应用	(147)
第 8 章 80C51 单片机的 A/D 和 D/A 转换	(151)
8.1 概述	(151)
8.1.1 模拟量与数字量概述	(151)
8.1.2 转换过程概述	(151)
8.2 数模转换	(152)
8.2.1 数模转换基本原理	(152)
8.2.2 数模转换器的内部构成	(152)
8.2.3 数模转换器的主要性能参数	(158)
8.2.4 D/A 转换芯片	(159)
8.2.5 应用举例	(161)
8.3 模数转换	(164)
8.3.1 模数转换基本原理	(164)
8.3.2 A/D 转换器的分类	(166)
8.3.3 A/D 转换器的主要性能参数	(168)
8.3.4 A/D 转换芯片	(169)
8.3.5 ADC0809 应用举例	(172)
8.4 现代高精度高速度 A/D 和 D/A 转换器件	(176)
第 9 章 单片机系统设计	(178)
9.1 单片机应用系统开发概述	(178)
9.2 单片机应用系统总体设计	(178)
9.2.1 确定功能技术指标	(178)
9.2.2 可行性分析	(179)
9.2.3 系统方案设计	(179)
9.3 单片机应用系统硬件设计	(180)
9.3.1 单片机芯片选择	(180)
9.3.2 单片机系统扩展及系统配置	(180)
9.3.3 单片机系统可靠性设计	(180)
9.4 单片机应用系统软件设计	(182)
9.5 单片机系统调试	(185)
9.5.1 硬件调试	(185)
9.5.2 软件调试	(185)
9.6 单片机应用系统综合测试验证	(186)
9.7 工程实例	(186)
9.7.1 总体设计	(187)
9.7.2 硬件设计	(188)
9.7.3 软件设计	(191)

9.7.4 系统调试	(192)
9.7.5 系统综合验证	(192)
第10章 C51 语言程序设计及其实现	(193)
10.1 单片机 C51 语言概述	(193)
10.2 C51 的数据类型	(193)
10.2.1 C51 的基本数据类型	(194)
10.2.2 C51 新增数据类型	(195)
10.2.3 C51 数据存储模式	(196)
10.3 C51 的运算符与表达式	(196)
10.4 C51 程序控制结构	(200)
10.4.1 顺序结构	(200)
10.4.2 选择结构	(200)
10.4.3 条件语句	(200)
10.4.4 循环结构	(202)
10.4.5 循环语句	(203)
10.4.5 break、continue 和 goto 语句	(204)
10.5 数组与指针	(205)
10.5.1 数组	(205)
10.5.2 指针	(207)
10.6 函数	(208)
10.6.1 C51 函数定义	(208)
10.6.2 C51 函数调用	(210)
10.7 C 语言与汇编语言混合编程	(211)
10.7.1 C 语言与汇编语言混合编程优点	(211)
10.7.2 C 语言与汇编语言混合编程实现	(211)
10.8 应用实例	(212)
附录 学生设计作品案例	(213)
参考文献	(215)

第1章 单片机概述

1.1 微机的产生与发展

1.1.1 微机的发展

微型计算机自出现以来,便以其集成度高、功能强、体积小、功耗低、价格廉、灵活方便等一系列优点,广泛应用于国防、航空航天、海洋、地质、气候、教育、经济、日常生活的各个领域,并发挥着巨大的作用。自第一台微型计算机 MCS-4 诞生后,一直到现在,微型计算机的发展非常迅速,对于微型计算机的发展,一般以字长和典型的微处理器芯片作为划分标志,将微型计算机的发展划分为五个阶段。

第一个阶段(1971—1973 年),主要是字长为 4 位的微型机和字长为 8 位的低档微型机。这一阶段的典型微处理器有:世界上第一个微处理器芯片 4004,以及随后的改进版 4040,它们都是字长为 4 位的。在随后的第二年,Intel 又研制出了字长为 8 位的处理器芯片 8008,集成度和性能都有所提高。第一代微型机就采用了 PMOS 工艺,基本指令时间为 $10 \sim 20 \mu\text{s}$,字长为 4 位或 8 位,指令系统比较简单,运算功能较差,速度较慢,系统结构仍然停留在台式计算机的水平上,软件主要采用机器语言或简单的汇编语言,其价格低廉。

第二个阶段(1974—1978 年),主要是字长为 8 位的中、高档微型机。这一阶段典型的微处理器芯片有: Intel 公司的 I8080、I8085, Motorola 公司的 M6800 等。第二代微型机的特点是采用 NMOS 工艺,集成度提高 $1 \sim 4$ 倍,运算速度提高 $10 \sim 15$ 倍,基本指令执行时间为 $1 \sim 2 \mu\text{s}$,指令系统比较完善,已经具有典型的计算机系统结构以及中断 DMA 等控制功能,寻址能力也有所增强,软件除采用汇编语言外,还配有 BASIC、FORTRAN、PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序,并在后期开始配上操作系统。

第三个阶段(1979—1985 年),主要是字长为 16 位的微型机。这一阶段典型的微处理器芯片有: Intel 公司的 8086/8088/80286, Motorola 公司的 M68000 等。第三代微型机的特点是采用 HMOS 工艺,基本指令时间约为 $0.05 \mu\text{s}$,从各个性能指标评价,都比第二代微型机提高了一个数量级,已经达到或者超过中、低档小型机的水平。这类 16 位微型机通常都具有丰富的指令系统,采用多级中断系统、多重寻址方式、多种数据处理形式、段式寄存器结构、乘除计算硬件,电路功能大为增强,并都配备了强有力的系统软件。

第四个阶段(1986—2000 年),主要是字长为 32 位的微型机。这一阶段典型微处理器芯片有: Intel 公司的 80386/486/Pentium/Pentium II/Pentium III/Pentium IV 等。以 80386 为例,其集成度达到 27.5 万晶体管片,每秒钟可完成 500 万条指令,工作主频达到 25

MHz, 有 32 位数据线和 24 位地址线, 以 80386 为 CPU 的 COMPAQ 386、AST 386、IBM PS2/80 等机种相继诞生。同时随着内存芯片的发展和硬盘技术的提高, 出现了配置 16 MB 内存和 1000 MB 外存的微型机, 微机已经成为超小型机, 可执行多任务、多用户作业。由微型机组成的网络工作站相继出现, 从而扩大了用户的应用范围。

第五个阶段(2000 年以后), 主要是字长为 64 位的微处理器芯片。主要应用还是面向服务器和 workstation 等一些高端应用场合。如 2000 年 Intel 推出的微处理器 Itanium(安腾), 它采用全新指令架构 IA-64。而 AMD 公司的 64 位微处理器 Athlon 64 则仍沿用了 X86 指令体系, 能够很好地兼容原来的 IA-32 结构的个人微机系统, 具有一定的普适性。

随着微型计算机的发展, 在每一个阶段, 它在集成度、性能等方面都有非常大的提高, 微型计算机在今后将会有更快、更惊人的发展。

1.1.2 微机的基本结构

首先介绍一下微处理器(Microprocessor)、微型计算机(Microcomputer, 简称微机)和单片机(Single-Chip Microcomputer)的概念。

- 微处理器是由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器的中央处理机部件, 即 CPU(Central Processing Unit)。微处理器本身不是计算机, 但它是小型计算机或者微型计算机的控制和处理部分。

- 微型计算机是指以微处理器为核心, 加上由大规模集成电路制作的存储器、接口适配器(即输入/输出接口电路)以及系统总线所组成的计算机。

- 单片机就是将微处理器、一定容量的 RAM 和 ROM 以及 I/O 接口、定时器等电路集成在一块芯片上, 构成单片微型计算机。

计算机系统是一个复杂的工作系统, 它由硬件系统和软件系统组成。所谓计算机的硬件系统, 通俗地说就是构成计算机看得见摸得着的部件, 即构成计算机的硬设备。例如: 计算机的主机、显示器、键盘、磁盘驱动器等。软件系统包括系统软件和应用软件。微型计算机的硬件组成部分主要有微处理器(CPU)、存储器、接口、I/O 设备和系统总线。微机的基本结构如图 1-1 所示。

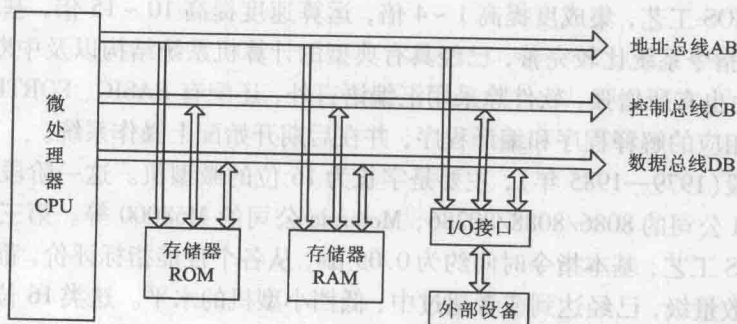


图 1-1 微机的基本结构

- 微处理器(CPU): 它由运算器、控制器和寄存器三大部分组成。
- 存储器: 主要是存储代码和运算数据。

● I/O 设备:能把外部信息传送到计算机的设备叫输入设备。将计算机处理完的结果转换成人和设备都能识别的和接收的信息的设备叫输出设备。

● 系统总线:连接各硬件部分的线路。第一组是用来传递数据信息的,叫数据总线,简称 DB(Data Bus);第二组是用来传递地址信息的,叫地址总线,简称 AB(Address Bus);第三组是专门用来传递控制信息的,叫控制总线,简称 CB(Control Bus)。

1.1.3 微处理器的基本组成

微处理器包括三大部分:运算器、控制器和寄存器。

1. 运算器

运算器由运算部件——算术逻辑单元(ALU)、累加器和寄存器等几部分组成。ALU 的作用是把传送到微处理器的数据进行算术或逻辑运算。ALU 具有两个主要的输入来源:一个来自累加器,另一个来自数据寄存器。ALU 执行不同的运算操作是由不同控制线上的信号所确定的。通常,ALU 接收来自累加器和数据寄存器的两个 8 位二进制数,因为要对这些数据进行某些操作,所以将这两个输入的数据均称为操作数。

ALU 可对两个操作数进行加、减、与、或和大小等操作,最后将结果存入累加器。例如,两个数 4 和 6 相加,在相加之前,操作数 6 放在累加器中,4 放在数据寄存器中,执行两数相加的运算的控制线发出“加”操作信号,ALU 即把两个数相加,并把所得结果 10 存入累加器,取代累加器原来存放的数 6。总之,运算器有两个主要功能:

- 执行各种算术运算。
- 执行各种逻辑运算,并进行逻辑测试。

通常,一个算术操作产生一个运算结果,而一个逻辑操作产生一个判决。

2. 控制器

控制器由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序发生器和操作控制器等组成,是发布命令的部分,即协调和指挥整个计算机系统的操作。控制器的主要功能有:

- 从内存中取出一条指令,并指出下一条指令在内存中的位置。
- 对指令进行译码或测试,并产生相应的操作控制信号,以便执行规定的动作,比如一次内存读/写操作、一个算术/逻辑运算操作或一个输入/输出操作等。
- 指挥并控制 CPU、内存和输入/输出设备之间数据流动的方向。

相对控制器而言,运算器接收控制器的命令而进行操作,即运算器所执行的全部操作都是由控制器发出的控制信号来指挥的。

3. CPU 中的主要寄存器

● 累加器(A):累加器是微处理器中最忙碌的寄存器。在算术和逻辑运算时,它具有双重功能:运算前,用于保存一个操作数;运算后,用于保存所得的运算结果。

● 数据寄存器(DR):数据寄存器是通过数据总线向存储器和输入/输出设备送(写)或取(读)数据的暂存单元。它可以保存一条正在译码的指令,也可以保存正在送往存储器中存储的一个数据字节等等。

● 指令寄存器(IR)及指令译码器(ID):指令寄存器用来保存当前正在执行的一条指令。当执行一条指令时,先把它从内存取到数据寄存器中,然后再传送到指令寄存器。指令分为操作码和地址码字段,由二进制数字组成。为执行给定的指令,必须对操作码进行

译码,以便确定所要求的操作。指令译码器就是负责这项工作的。指令寄存器中操作码字段的输出就是指令译码器的输入。操作码一经译码后,即可向操作控制器发出具体操作的特定信号。

- 程序计数器(PC):为了保证程序能够连续地执行下去,CPU 必须采取一些手段来确定下一条指令的地址。程序计数器就是起到了这种作用,所以通常也称其为指令地址计数器。

- 地址寄存器(AR):地址寄存器用于保存当前 CPU 所要访问的内存单元或 I/O 设备的地址。由于内存和 CPU 之间存在着速度上的差别,所以必须使用地址寄存器来保持地址信息,直到内存读/写操作完成为止。

ALU、计数器、寄存器和控制器除在微处理器内通过内部总线相互联系外,还通过外部总线与外部存储器和 I/O 接口电路联系。外部总线一般分为数据总线 DB、地址总线 AB 和控制总线 CB,统称为系统总线。存储器包括 RAM 和 ROM。微型计算机通过 I/O 接口电路可与各种外围设备连接。

1.2 常用单片机系列介绍

目前,市场上的单片机种类很多,不同厂商均推出了很多不同侧重功能的单片机类型。下面是主流单片机简介。

1. 8051 单片机

最早由 Intel 公司推出的 8051 类单片机也是世界上用量最大的几种单片机之一。由于 Intel 公司在嵌入式应用方面将重点放在 286、386、奔腾等与 PC 类的高档芯片的开发上,8051 单片机主要由 Philips、Dallas、Siemens、Atmel、华邦、LG 等公司接手生产。这些公司都以 MCS-51 中的基础结构 8051 为基准推出了许多各具特色、具有优异性能的单片机。这样,把这些厂家以 8051 为基准推出的各种型号的兼容型单片机统称为 51 系列单片机。Intel 公司 MCS-51 系列单片机中的 8051 是其中最基础的单片机型号。表 1-1 是 Intel 公司主要单片机系列介绍。

2. Atmel 单片机

Atmel 公司的 90 系列单片机是增强型 RISC 内载 Flash 的单片机,通常为 AVR 单片机。AVR 单片机是 Atmel 公司推出的较为新颖的单片机,其显著的特点为高性能、高速度、低功耗。它取消机器周期,以时钟周期为指令周期,实行流水作业。AVR 单片机指令以字为单位,且大部分指令都为单周期指令。而单周期既可执行本指令功能,又可同时完成下一条指令的读取。AVR 单片机硬件结构采取 8 位机与 16 位机的折中策略,即采用局部寄存器存堆(32 个寄存器文件)和单体高速输入/输出的方案(即输入捕获寄存器、输出比较匹配寄存器及相应控制逻辑),提高了指令执行速度(1MIPS/MHz),克服了如 8051 MCU 采用单一 ACC 进行处理造成的瓶颈现象,增强了功能;同时又减少了对外设管理的开销,相对简化了硬件结构,降低了成本。故 AVR 单片机在软/硬件开销、速度、性能和成本诸多方面取得了优化平衡,是性价比的单片机。

表 1-1 Intel 主要单片机系列

系 列	型 号	片内存储器 (字节)		片外存储器直接 寻址(字节)		I/O 口线		中 断 源	定时器/计数器 (个×位)	晶振 (MHz)	典型指 令周期 (μ s)	封装 (DIP)	其 他
		ROM/EPROM	RAM	RAM	EPROM	并行	串行						
MCS-48 (8 位机)	8048	1K/ /1K	64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8748	/1K	64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8035	—	64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8049	2K/ /2K	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8749	/2K	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8039	—	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8051	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
MCS-51 (8 位机)	8751	/4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
	8031	—	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
	8052	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	8752	/8K	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	8032	—	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	80C51	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	80C31	—	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	87C51	/4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	80C252	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	87C252	/8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	83C252	—	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	8044	4K/ /4K	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	SIU 最大传输率 2.4Mb/s, 最大传
	8744	/4K	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	输距离 30 公尺
	8344	—	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
	8094	—	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	4×10 位 A/D
	8095	—	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	
MCS-96 (16 位机)	8096	—	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	8×10 位 A/D
	8097	—	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	
	8394	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	4×10 位 A/D
	8395	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	
	8396	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	8×10 位 A/D
	8397	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	

3. Microship 单片机

PIC 单片机系列是美国微芯公司(Microship)的产品,是当前市场份额增长最快的单片机之一。CPU 采用 RISC 结构,分别有 33、35、58 条指令(视单片机的级别而定),属精简指令集。而 51 系列有 111 条指令,AVR 单片机有 118 条指令,都比前者复杂。采用 Harvard 双总线结构,运行速度快(指令周期 160~200 ns),它能使程序存储器的访问和数据存储器的访问并行处理,这种指令结构在一个周期内完成两部分工作:一是执行指令,二是从程序存储器取出下一条指令,这样总的看来每条指令只需一个周期(个别除外),这也是高效率运行的原因之一。此外,它还具有低工作电压、低功耗、驱动能力强等特点。

4. Motorola 单片机

Motorola 是世界上最大的单片机厂商。从 M6800 开始,开发了广泛的品种,4 位、8 位、16 位和 32 位的单片机都能生产, Motorola 单片机的特点之一是在同样单片机种类的速度下所用的时钟频率较 Intel 类单片机低得多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适用于工控领域及恶劣的环境。

5. Micon 单片机

工业级 OTP 单片机, Micon 公司生产,与 PIC 单片机管脚完全一致,海尔集团的电冰箱控制器、TCL 通信产品、长安奥拓铃木小轿车功率分配器就是采用的这种单片机。

6. Scenix 单片机

Scenix 公司推出的 8 位 RISC 结构 SX 系列单片机与 Intel 的 Pentium II 等一起被评选为 1998 年世界十大处理器。在技术上有其独到之处: SX 系列双时钟设置,指令运行速度可达 50/75/100 MIPS(每秒执行百万条指令, Million Instruction Per Second);具有虚拟外设功能,柔性化 I/O 端口,所有的 I/O 端口都可单独编程设定,公司提供各种 I/O 的库函数,用于实现各种 I/O 模块的功能,如多路 UART、多路 A/D、PWM、SPI、DTMF、FS、LCD 驱动等等。采用 EEPROM/Flash 程序存储器,可以实现在线系统编程。通过计算机 RS232C 接口,采用专用串行电缆即可对目标系统进行在线实时仿真。

7. 华邦单片机

华邦公司的 W77、W78 系列 8 位单片机的脚位和指令集与 8051 兼容,但每个指令周期只需要 4 个时钟周期,速度提高了 3 倍,工作频率最高可达 40 MHz。同时增加了 Watch-Dog Timer、6 组外部中断源、2 组 UART、2 组 Data Pointer 以及 Wait State Control Pin。W741 系列的 4 位单片机具有液晶驱动、在线烧录、保密性高、低操作电压(1.2~1.8V)等优点。

8. Freescale 单片机

飞思卡尔 S12 和 S12X 微控制器可以为汽车和工业应用提供高性能的 16 位控制功能。S12X 微控制器具有创新的 XGate 模块,无需 CPU 干预即可处理中断事件。这让 S12X 控制器具备了通常在 32 位控制器上才有的高性能处理能力。16 位产品组合也包括一系列的数字信号控制器(DSC)将微控制器功能与 DSP 性能合二为一,它们特别适合先进的电机控制应用。

9. TI 单片机

德州仪器(TI)超低功耗混合信号微处理器的 MSP430 16 位单片机,为各种低功耗和便携式应用提供了最终解决方案。同时德州仪器为 MSP430 16 位 MCU 提供强大的设计支

持,其中包括技术文档、培训、工具以及软件等。

1.3 单片机的发展及应用领域

1.3.1 单片机的发展

单片机也被称为微控制器(Microcontroller Unit),常用英文字母的缩写 MCU 表示单片机,它最早是被用在工业控制领域。单片机是一种集成电路芯片,是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 接口和中断系统、定时器/计数器等功能(可能还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路)集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中,使计算机系统更小,更容易集成进入复杂的而对体积要求严格的控制设备当中。Intel 的 Z80 是最早按照这种思想设计出的处理器,从此以后,单片机和专用处理器的发展便分道扬镳。

早期的单片机都是 4 位或 8 位的,其中最成功的是 Intel 的 8031,因为简单可靠且性能不错获得了很大的好评。此后在 8031 基础上发展出了 MCS51 系列单片机系统,基于这一系统的单片机系统直到现在还在广泛使用。随着工业控制领域要求的提高,开始出现 16 位单片机,但因为性价比不理想并未得到很广泛的应用。20 世纪 90 年代后随着消费电子产品的快速发展,单片机技术得到巨大提高。随着 Intel I960 系列特别是后来的 ARM 系列的广泛应用,32 位单片机迅速取代 16 位单片机的高端地位,并且进入主流市场。而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高,处理能力比起 80 年代提高了数百倍。目前,高端的 32 位单片机主频已经超过 300 MHz,性能直追 90 年代中期的专用处理器,而普通的型号出厂价格跌落至 1 美元,最高端的型号也只有 10 美元。当代单片机系统已经不再只在裸机环境下开发和使用,大量专用的嵌入式操作系统被广泛应用在全系列的单片机上。而在作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机甚至可以直接使用专用的 Windows 和 Linux 操作系统。

单片机比专用处理器更适合应用于嵌入式系统,因此它得到了最多的应用。事实上单片机是世界上数量最多的计算机。现代人类生活中几乎所用的每件电子和机械产品中都会集成有单片机。手机、电话、计算器、家用电器、电子玩具、掌上电脑以及鼠标等电脑配件中都配有 1~2 台单片机。而个人电脑中也会有为数不少的单片机在工作。汽车上一般配备 40 多台单片机,复杂的工业控制系统上甚至可能有数百台单片机在同时工作,单片机的数量不仅远超过 PC 机和其他计算机的总和,甚至比人类的数量还要多。

单片机的发展历史并不长,它诞生于 1971 年,经历了 SCM、MCU、SoC 三大阶段:

- SCM (Single Chip Microcomputer) (单片微型计算机)阶段,主要是寻求最佳的单片形态嵌入式系统的最佳体系结构。“创新模式”获得成功,奠定了 SCM 与通用计算机完全不同的发展道路。在开创嵌入式系统独立发展道路上,Intel 公司功不可没。

- MCU (Micro Controller Unit) (微控制器)阶段,主要的技术发展方向是:不断扩展满足嵌入式应用时,发展对象系统要求的各种外围电路与接口电路,突显其对象的智能化控

制能力。它所涉及的领域都与对象系统相关,因此发展 MCU 的重任不可避免地落在电气、电子技术厂家肩上。在发展 MCU 方面,最著名的厂家当数 Philips 公司,Philips 公司以其在嵌入式应用方面的巨大优势,将 MCS-51 从单片微型计算机迅速发展 to 微控制器。

• SoC (System on Chip)(片上系统)阶段,单片机是嵌入式系统的独立发展之路。向 MCU 阶段发展的重要推动力,就是寻求应用系统在芯片上的最大化解决,因此,单片专用机的发展自然形成了 SoC 化趋势。使用 SoC 技术设计系统的核心思想,就是要把整个应用电子系统全部集成在一个芯片中。随着微电子技术、IC 设计、EDA 工具的发展,基于 SoC 的单片机应用系统设计会有较大的发展。因此,对单片机的理解可以从单片微型计算机、单片微控制器延伸到单片应用系统。

1.3.2 单片机的特点

单片机技术的发展已经由初期逐渐走向成熟。一方面,性能高和数据处理能力更强的 16 位机、32 位机发展迅猛;另一方面,8 位单片机的应用范围仍然很广,8 位单片机也不断采用新技术、新工艺,出现了大量性价比高的产品。其特点主要表现在以下几个方面:

1. 高集成度,体积小,高可靠性

单片机将各功能部件集成在一块晶体芯片上,集成度很高,体积自然也是最小的。芯片本身是按工业测控环境要求设计的,内部布线很短,其抗工业噪音性能优于一般通用的 CPU。单片机程序指令、常数及表格等固化在 ROM 中不易被破坏,许多信号通道均在一个芯片内,故可靠性高。

2. 控制功能强

为了满足对对象的控制要求,单片机的指令系统均有极丰富的条件:分支转移能力,I/O 口的逻辑操作以及位处理能力,非常适用于专门的控制功能。

3. 低电压,低功耗,便于生产便携式产品

为了满足广泛使用于便携式系统,许多单片机内的工作电压仅为 1.8~3.6V,工作电流仅为数百微安。

4. 易扩展

片内具有计算机正常运行所必需的部件。芯片外部有许多供扩展用的三总线及并行、串行输入/输出管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

5. 优异的性能价格比

单片机的性能极高,为了提高速度和运行效率,单片机已开始使用 RISC 流水线和 DSP 等技术。单片机的寻址能力也已突破 64 KB 的限制,有的已达到 1 MB 和 16 MB,片内的 ROM 容量可达 62 MB, RAM 容量则可达 2 MB。由于单片机的广泛使用,因而销量极大,各大公司的商业竞争更使其价格十分低廉,其性能价格比极高。

1.3.3 单片机的应用领域

目前单片机已渗透到我们生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通讯与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,广泛使用的各种智能 IC 卡,民用豪华轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等等,这些都离不开