



21世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材



机电工程系列

单片机原理与应用

主编 张瑞玲 杨 丽

西北工业大学出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

单片机原理及应用

单片机原理与应用

第2版

机械工业出版社

21 世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材

单片机原理与应用

主 编 张瑞玲 杨 丽
副主编 冯朝印 马红雷 王冰玉



西北工业大学出版社

NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY PRESS

【内容简介】 本书共分9章,内容包括单片微型计算机基础知识,MCS-51系列单片机的结构,MCS-51单片机的指令系统,汇编语言程序设计,MCS-51单片机内部功能部件,MCS-51单片机接口应用实例,存储器扩展基础,输入输出通道及接口技术,单片机应用系统的开发技术。

本书可作为高职高专院校自动化类、电气类、机电类、应用电子类、计算机类及相关专业的教材,也可供自学及相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/张瑞玲,杨丽主编. —西安:西北工业大学出版社,2009.5

(21世纪全国高职高专机电工程教育“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-5612-2419-9

I. 单… II. ①张…②杨… III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099369 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号

邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:陕西向阳印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:18.125

字数:440 千字

版次:2009 年 5 月第 1 版

2009 年 5 月第 1 次印刷

定价:30.90 元

前 言

本教材是根据教育部提出的高职高专“单片机原理及应用”课程的教学基本要求和近几年来高等职业教育发展的实际需求,本着优化、适用、适度的原则而编写的。本书适合作为高职高专院校的机电、电气、电子信息类及相近专业单片机原理系统设计与应用课程的教学用书,也可供工程技术人员参考。

单片机是一门理论性、实践性较强的重要专业基础课,是工程设计中最基础的知识,在现代工程中应用十分广泛。单片机技术作为计算机技术的一个分支,广泛应用于工业控制。各个专业中都将其作为一门重要的技术基础课而普遍开设。学生在课程设计、毕业设计、科研项目中会广泛应用到单片机知识,而且进入社会后也会广泛接触到单片机的工程项目。因此,提高“单片机原理及应用”课的教程效果,更新教学内容甚为重要。单片机应用技术涉及的内容十分广泛,如何使学生在有限的时间内掌握单片机应用的基本技术原理、方法是一个很有价值的教改项目,笔者多年从事“单片机原理及应用”课的教学,针对上述教改内容做过不懈的探索,本书就是由笔者的教案整理而成。

为适应高等职业教育改革,满足实用性人才培养的要求,根据专业课改革现状,我们突出了以下几个方面的特点:①在满足基本理论必须够用的基础上,更注重实用性;②教材结构简单,前后内容连贯通畅,重点突出;③压缩了与通用微机原理的重叠部分,本书直接以单片机与通用微机的结构、原理的异同点作为开头,能使读者集中精力,以通用微机的原理知识作基础,学习单片机原理与技术;④始终贯穿应用观点,例如,在讲解单片机原理结构中明确指出,要抓住单片机的供应状态,即如何正确、合理地使用单片机提供给用户的软硬件资源,避免读者拘泥于一般理论的学习;⑤系统地介绍了单片机的硬件结构、工作原理以及单片机开发的基本技术,并结合实例介绍了单片机应用系统开发的一般流程。内容力求简明、系统,语言流畅;⑥本教材虽仍采用常见教材“以点代面”的讲解方法,但着力使读者达到“以点见面”“触类旁通”的效果。本书以 MCS-51 单片机为讲解对象,但是通过学习也可以很容易地掌握其他种类的单片机。

本书由张瑞玲、杨丽担任主编。具体编写分工如下:商丘职业技术学院张瑞玲编写了第5章、第6章;三门峡职业技术学院杨丽编写了第7章、第8章;许昌职业技术学院冯朝印编写了第9章及附录;永城职业学院马红雷编写了第1章、第2章;永城职业学院王冰玉编写了第3章、第4章。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

第1章 单片微型计算机基础知识	1
1.1 单片机的发展概况	1
1.2 计算机中数的表示方法	8
1.3 计算机语言	13
本章小结	15
习 题	16
第2章 MCS-51 系列单片机的结构	17
2.1 MCS-51 单片机的内部结构	17
2.2 MCS-51 单片机的存储器结构	23
2.3 MCS-51 单片机的并行输入/输出(I/O)口	28
2.4 MCS-51 单片机应用系统的构成	32
本章小结	37
习 题	37
第3章 MCS-51 单片机的指令系统	39
3.1 指令格式和寻址方式	39
3.2 指令系统	45
本章小结	61
习 题	61
第4章 汇编语言程序设计	65
4.1 汇编语言的语句结构	65
4.2 汇编语言程序设计	68
4.3 综合程序设计举例	80
本章小结	85
习 题	85
第5章 MCS-51 单片机的内部功能部件	87
5.1 MCS-51 单片机的中断系统	87

5.2 MCS-51 单片机的定时器/计数器	94
5.3 MCS-51 单片机的串行通信 I/O 接口	103
本章小结	114
习 题	115
第 6 章 MCS-51 单片机接口应用实例	117
6.1 I/O 端口应用实例	117
6.2 定时器/计数器及中断功能应用实例	123
6.3 串行口扩展 LED 显示器的设计实例	132
本章小结	133
习 题	134
第 7 章 单片机系统扩展及接口技术	135
7.1 存储器扩展基础	135
7.2 程序存储器扩展	147
7.3 数据存储器扩展	156
7.4 并行 I/O 接口的扩展	161
本章小结	178
习 题	179
第 8 章 输入输出通道及接口技术	180
8.1 输入输出通道概述	180
8.2 光电隔离接口	183
8.3 常用人一机交互设备接口	191
8.4 D/A, A/D 转换器	208
8.5 步进电动机接口	225
本章小结	228
习 题	229
第 9 章 单片机应用系统的开发技术	230
9.1 单片机的开发系统及开发工具	230
9.2 单片机应用系统的设计原则与过程	234
9.3 单片机应用系统的抗干扰设计	245
9.4 单片机应用系统实例	254
本章小结	273
习 题	274
附录	275
附录 A MCS-51 指令表	275

目录

附录 B C51 编译器所支持的数据类型	279
附录 C C51 中的关键字	279
附录 D 符号约定	280
参考文献	282

第 1 章 单片微型计算机基础知识

1.1 单片机的发展概况

1.1.1 单片机的概念

随着大规模、超大规模集成电路技术的发展和计算机微型化的需要,把微型计算机的基本功能部件如中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出接口、定时器/计数器、中断系统等多种资源集成在一个半导体芯片上,使得一块集成电路芯片就能构成一个完整的微型计算机。这种集成电路芯片被称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机。由于它的结构及功能均是按照工业控制要求设计的,所以其确切的名称应是单片微控制器(Single Chip Microcontroller)。

单片机结构上的设计,在硬、软件系统及 I/O 接口控制能力等方面都有独到之处,因而无论从其组成还是从其逻辑功能上来看,单片机都具有微机系统的含义。但是需要知道的是,单片机毕竟还只是一个芯片,只有外加应用系统所需的接口芯片、输入/输出设备等,才可以构成实用的单片机应用系统。

1.1.2 单片机发展概况

自从 1975 年美国德克萨斯仪器公司(TI 公司)的第一个单片机 TMS - 1000 问世以来,迄今为止,已有 30 年的历史,单片机技术也已成为计算机技术的一个独特分支,在众多领域尤其是在智能化仪器仪表、检测和控制系统中有着广泛的应用。

单片机作为微型计算机的一个分支,它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步,主要分为三个阶段。

第一阶段(1974—1978 年):初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS - 48 为代表。这个系列的单片机在片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时/计数器、RAM 等,无串行 I/O 口,寻址范围不大于 4K。

第二阶段(1978—1983 年):高性能单片机阶段。以 MCS - 51 系列为代表,这个阶段的单片机内均带有串行 I/O 口,具有多级中断处理系统,定时/计数器为 16 位,片内 RAM 和 ROM 容量相对增大,且寻址范围可达 64K。这类单片机应用领域极为广泛。由于其优良的性价比,特别适合我国的国情,因此在我国得到广泛应用。

第三阶段(1983—今):8 位单片机巩固完善及 16 位单片机推出阶段。以 MCS - 96 系列为 16 位单片机的代表,其内部除了 CPU 为 16 位以外,还采用了新颖的寄存器堆/逻辑部件(RALU),片内 RAM 和 ROM 的容量进一步增大,片内 ROM 为 8KB 甚至更大且可以加密,片内

还带有高速输入输出部件、多通道 10 位 A/D 转换器,具有 8 级中断等。近年来,32 位单片机也已进入实用阶段。

目前,单片机正朝着高性能和多品种的方向发展,但由于 MCS-51 系列的 8 位单片机仍能满足绝大多数应用领域的需要,所以以 MCS-51 系列为主的 8 位单片机,在现在及以后的相当一段时期内仍然将占据单片机应用的主导地位。

1.1.3 单片机的应用及发展

1. 单片机的应用领域

单片机的应用极为广泛,已深入到国民经济的各个领域,对各行业的技术改造和产品的更新换代起着积极的推动作用。单片机的应用领域主要有以下几个方面。

(1) 生产自动化

自动化生产不但能够降低劳动强度,而且可以提高经济效益、改善产品质量,广泛应用于机械、汽车、电子、石油、化工、食品等工农业生产领域。自动化生产线、机器人、数控机床等自动化生产设备都能由单片机实现其智能化的自动控制功能。

(2) 实时测控

测控系统的工作环境往往比较恶劣,干扰繁杂,并且要求实时测量控制,如工业窑炉的温度、酸度、化学成分的测量和控制等。单片机工作稳定、可靠,抗干扰能力强,体积小使用灵活,适用于各种恶劣环境,最宜承担测控工作。

(3) 智能化产品

现代工业产品的一个重要发展趋势是不断提高其智能化程度,而智能化的提高离不开单片机的参与。传统的机电产品与单片机结合后,可简化产品结构、升级产品功能、并实现控制智能化。单片机与机械技术相结合,称为机电一体化,是机械工业的发展方向。单片机在家电产品上得到更为普遍的应用,出现了程控洗衣机、电脑空调机等。为提高汽车的动力性、经济性以及舒适性、稳定性,减少污染排放,现代汽车上都大量使用了单片机。

(4) 智能化仪表

用单片机改造、设计制造仪器仪表,大大促进了仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化和柔性化方向发展,并能同时提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构,减小体积。

(5) 信息通信技术

多机系统(各种网络)中的各计算机之间的通信联系,以及计算机与其外围设备(键盘、打印机、传真机、复印机等)之间的协作都有单片机的参与。

(6) 科学研究

小到实验测控台,大到卫星、运载火箭,单片机都发挥着极其重要的作用。

(7) 国防现代化

各种军事装备、管理通信系统都有单片机深入其中。例如数字化部队的武器、通信等装备都大量应用了单片机。

2. 单片机的应用特点

(1) 面向控制的应用

由于单片机内部采用了微控制技术,其结构及功能均按自动控制的要求设计,因而主要应

用于控制领域。微控制技术从根本上改变了传统的控制系统设计思想,它通过对单片机编程的方法代替由模拟电路或数字电路实现的大部分控制功能,是对传统控制方式的一次革命。

传统控制系统的控制功能是通过电器元件和线路连接等硬件手段实现的,一经完成,功能很难更改。若要改变功能,必须重新连接电路,十分不便。而微控制技术的控制是由硬件和软件共同实现的。只要改变程序的内容就可在硬件线路基本功能的基础上实现多种功能。例如彩灯的控制,若由传统控制系统实现,则线路完成之后,彩灯的闪烁变换方式也就确定了;而若由单片机系统控制,不改变线路连接,只简单地改变程序即可实现多种不同的彩灯闪烁方式。

(2) 在线应用

在线应用就是以单片机代替常规模拟或数字控制电路,使其成为测控系统的一部分,在被控对象工作过程中实行实时检测,并实时控制。在线应用为实时测控提供了可能和方便。

(3) 嵌入式应用

单片机在应用时通常装入到各种智能化产品之中,所以又称嵌入式微控制器(Embedded Micro Controller Unit, EMCU)。单片机应用系统就是典型的嵌入式系统。

嵌入式计算机系统,是作为其他系统的组成部分使用的。由于通用计算机系统有限的可靠性、较高的价位及庞大的身躯,限制了其在嵌入式系统的广泛应用,尤其限制了以嵌入式计算机系统作为核心控制产品的发展。单片机以较小的体积、现场运行环境的高可靠性满足了许多对象的嵌入式应用要求。在嵌入式系统中,单片机是最重要也是应用最多的智能核心器件。

将单片机系统嵌入到对象体系中后,单片机就成为对象体系的专用指挥中心。嵌入式系统的广泛应用和不断发展的美好前景,极大地影响着每个人的学习、工作和生活。

3. 单片机应用系统

单片机应用系统,如果按其系统扩展及配置状况,可分为最小系统、最小功耗系统、典型系统等。

单片机最小系统是指单片机嵌入一些简单的控制对象(如开关状态的输入/输出控制等),并能维护单片机运行的控制系统。这种系统成本低,结构简单,其功能完全取决于单片机芯片技术的发展水平。

单片机最小功耗系统是指系统功耗最小。设计该系统时,必须使系统内所有器件及外设都有最小的功耗,最小功耗应用系统常用在一些袖珍式智能仪表及便携式仪表中。

单片机典型系统也是单片机控制系统的一般模式,它是单片机要完成工业测控功能必须具备的硬件结构系统。其系统框图如图 1.1 所示,下面简要说明图中主要部分的作用。

通过传感器把被控对象的物理量转换成标准的模拟电量,如把 $0 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 温度转换成 $4 \sim 20\text{mA}$ 标准直流电流输出,该输出经滤波器滤除掉输入通道的干扰信号,然后送入多路采样器;多路采样开关分时地对多个模拟量进行采样、保持,使 A/D 转换器能将某时刻的模拟量转换成相应的数字量,然后该数字量输入单片机;单片机对输入的数据进行运算处理后,输出相应的数字量,经 D/A 转换器转换为模拟量,该模拟量经保持器控制相应的执行机构,对被控对象的相关参数进行调节,从而控制被调参数的物理量,使之按给定规律变化。

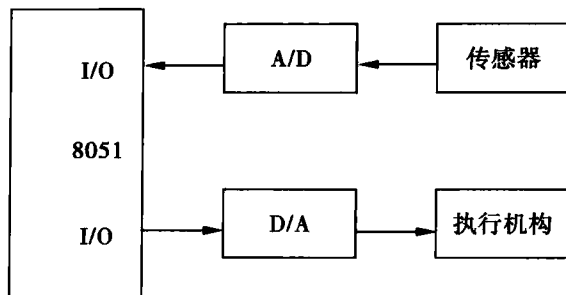


图 1.1 单片机典型应用系统

4. 单片机的发展趋势

(1) 微型化

芯片集成度的提高为单片机的微型化提供了可能。早期单片机大量使用双列直插式封装,随着贴片工艺的出现,单片机也大量采用了各种符合贴片工艺的封装,大大减小芯片的体积,为嵌入式系统提供了可能。

(2) 低功耗

现在新的单片机的功耗越来越小,特别是很多单片机都设置了多种工作方式,包括等待、暂停、睡眠、空闲、节电等工作方式。扩大电源电压范围以及在较低电压下仍然能工作是当今单片机发展的目标之一。目前,一般单片机都可在 3.3 ~ 5.5V 的条件下工作,一些厂家甚至生产出可以在 2.2 ~ 6V 条件下工作的单片机。

(3) 高速化

早期 MCS-51 单片机的典型时钟为 12MHz,目前西门子公司 C500 系列单片机的(与 MCS-51 兼容)时钟频率为 36MHz;EMC 公司的 EM78 系列单片机的时钟频率高达 40MHz;现在已有更快的 32 位 100MHz 的单片机产品出现。

(4) 集成更多资源

单片机在内部已集成了越来越多的部件,这些部件包括一些常用的电路,例如,定时器、比较器、A/D 转换器、D/A 转换器、串行通信接口、Watchdog 看门狗电路、LCD 控制器等。有的单片机为了构成控制网络或形成局部网,内部含有局部网络控制模块,甚至将网络协议固化在其内部。

(5) 通信及网络功能加强

在某些单片机内部由于封装了局部网络控制模块,因此这类单片机十分容易构成网络。特别是在控制系统较为复杂时,构成一个控制网络十分有用。目前,将单片机嵌入式系统和 Internet 连接起来已是一种趋势。

(6) 专用型单片机发展加快

专用型单片机具有最大程度简化的系统结构,资源利用率最高,大批量使用有着可观的经济效益。

1.1.4 单片机的主要生产厂商及产品

1. 单片机的主要生产厂商及产品

自单片机诞生以来,其产品在近 30 年里得到了迅猛的发展,形成了多公司、多系列、多型号的局面。在国际上影响较大的公司及其产品如表 1.1 所示。

表 1.1 单片机主要生产厂商及产品

公 司	典型产品系列
Intel	MCS - 48、MCS - 51、MCS - 96 系列
Philips	与 MCS 系列兼容的 51 系列
Motorola	MC68 系列
ATMEL	与 MCS 系列兼容的 51 系列
Microchip	PIC16C5X 系列
Zilog	Z8 系列

2. 单片机主要产品

除上述公司及其产品外,还有一些其他公司也生产各种类型的单片机,如:Siemens、OKI、Fairchild、Mostek 公司等。

(1) Intel 公司系列单片机

Intel 公司的系列单片机可分为 MCS - 48、MCS - 51、MCS - 96 三个系列。Intel 的单片机每一类芯片的 ROM 根据型号一般有片内掩膜 ROM、片内 EPROM 和外接 EPROM 三种方式,这是 Intel 公司的首创,现已成为单片机的统一规范。片内掩膜 ROM 型单片机适合于已定型的产品,可以大批量生产;片内带 EPROM 型、外接 EPROM 型及片内带 E²EPROM 型单片机适合于研制新产品和生产产品样机。

MCS - 48 系列单片机是 1976 年推出的 8 位单片机,其典型产品为 8048。MCS - 51 系列单片机是 Intel 公司 1980 年推出的高性能的 8 位单片机。与 48 系列相比,无论是在片内 RAM/ROM 容量、I/O 功能、种类和数量,还是在系统扩展能力方面均有很大加强,性能全面提高,其许多功能超过了 8085CPU 和 Z80CPU,成为当前工业测控类应用系统的优选单片机。MCS - 51 系列单片机,其主要产品及性能如表 1.2 所示。MCS - 96 系列单片机是 Intel 公司 1983 年推出的 16 位单片机,其功能更加强大。

(2) Philips 公司单片机

Philips 公司生产与 MCS - 51 兼容的 80C51 系列单片机,片内具有 I²C 总线、A/D 转换器、定时监视器、CRT 控制器(OSD)、“看门狗”(WTD)电路、电源监测和时钟监测等丰富的外围部件。其某些产品工作电压甚至可低至 1.8V,并且扩大了接口功能,如设置高速口,扩展 I/O 数量,增加外部中断源以及将 ADC、PWM 做入片内。为提高运行速度,时钟频率已达 16 ~ 24 MHz。主要产品有 80C51、80C52、80C31、80C32、80C528、80C552、80C562、80C751 等。

Philips 单片机独特的创造是具有 I²C 总线,这是一种集成电路和集成电路之间的串行通信

总线。可以通过总线对系统进行扩展,使单片机的系统结构更简单,体积更小。

表 1.2 MCS-51 系列单片机性能表

型号		程序存储器	RAM B	I/O 口线	定时器 个×位	中断源	晶振 MHz
8051	8031	无	128	32	2×16	5	2~12
	8051	4KB ROM	128	32	2×16	5	2~12
	8751	4KB EPROM	128	32	2×16	5	2~12
8052	8032	无	256	32	3×16	6	2~12
	8052	8KB ROM	256	32	3×16	6	2~12
	8752	8KB EPROM	256	32	3×16	6	2~12
80C51	80C31	无	128	32	2×16	5	2~12
	80C51	4KB ROM	128	32	2×16	5	2~12
	87C51	4KB EPROM	128	32	2×16	5	2~12
80C52	80C32	无	256	32	3×16	6	2~12
	80C52	8KB ROM	256	32	3×16	6	2~12
80C54	87C54	16KB ROM	256	32	3×16	6	2~20
	80C54	16KB ROM	256	32	3×16	6	2~20
80C58	87C58	32KB EPROM	256	32	3×16	6	2~20

(3) Motorola 公司单片机

Motorola 公司的单片机从应用角度可以分成两类:高性能的通用型单片机和面向家用消费领域的专用型单片机。

通用型单片机具有代表性的是 MC68HC11 系列,有几十种型号。其典型产品为 MC68HC11A8,具有准 16 位的 CPU、8KB ROM、256B RAM、512B E²PROM、16 位 9 功能定时器、38 位 I/O 口线、2 个串行口、8 位脉冲累加器、8 路 8 位 A/D 转换器、WTD 电路、17 个中断向量等功能,可单片工作,也可以扩展方式工作。

专用型单片机性能价格比高,应用时一般采用“单片”形式,原则上一块单片机就是整个控制系统。这类单片机无须外接存储器,如 MC68HC05/MC68HC04 系列。

(4) ATMEL 51 系列单片机

ATMEL 公司生产的 CMOS 型 51 系列单片机,具有 MCS-51 内核,用 Flash ROM 代替 ROM 作为程序存储器,具有价格低、编程方便等优点。例如 89C51 就是拥有 4KB Flash ROM 的单片机。

ATMEL 公司生产的单片机主要有 89C51、89F51、89C52、89LV52、89C55 等。

(5) Microchip 公司的单片机

Microchip 公司推出了 PIC16C5X 系列的单片机。它的典型产品 PIC16C57 具有 8 位 CPU、2KB×12 位 E²PROM 程序存储器、80B RAM、1 个 8 位定时器/计数器、21 根 I/O 口线等硬件资

源。指令系统采用 RISC 指令,拥有 33 条基本指令,指令长度为 12 位,工作速度较高。主要产品有 PIC16C54、PIC16C55、PIC16C56 等。

(6) Zilog 公司的单片机

Zilog 公司推出的 Z8 系列单片机是一种中档的 8 位单片机。它的典型产品为 Z8601,具有 8 位 CPU、2KB ROM、124B RAM、2 个 8 位定时器/计数器、32 位 I/O 口线、1 个异步串行通信口、6 个中断向量。主要产品型号有 Z8600/10、Z8601/11、Z86C06、Z86C21、Z86C40、Z86C93 等。

1.1.5 MCS-51 系列单片机的分类

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司开发的非常成功的产品,具有性能价格比高、稳定、可靠、高效等特点。自从开放技术以来,不断有其他公司生产各种与 MCS-51 兼容或者具有 MCS-51 内核的单片机。MCS-51 已成为当今 8 位单片机中具有事实“标准”意义的单片机,应用非常广泛。本书以 8051 为核心,讲述 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机采用模块化设计,各种型号的单片机都是在 8051(基本型)的基础上通过增、减部件的方式获得的。

1. MCS-51 系列单片机按照系列分类

1) 8031/8051/8751。这 3 种芯片常称为 8051 子系列,它们之间的区别仅在于片内程序存储器不同。8031 片内无程序存储器,8051 片内有 4KB 的 ROM,8751 片内有 4KB 的 EPROM,其他结构性能相同。其中 8031 易于开发,价格低廉,应用广泛。

2) 8032/8052/8752 这是 8031/8051/8751 的改进型,常称为 8052 子系列。其片内 ROM 和 RAM 比 8051 各增加 1 倍,ROM 为 8KB, RAM 为 256B;另外增加了一个定时器/计数器和一个中断源。

3) 80C31/80C51/87C51 这 3 个型号是 8051 子系列的 CHMOS 型芯片,可称为 80C51 子系列,两者功能兼容。CHMOS 型芯片的基本特点是高集成度和低功耗。

4) 其他系列产品有 80C52、80C54、80C58 等。

2. MCS-51 系列单片机按照功能分类

(1) 基本型

基本型主要有 8031、8051、8751、8031AH、8051AH、8751AH、8751BH、80C31BH、80C51BH、87C51BH 等。后缀有 AH 或 BH 型单片机采用 HMOS 工艺制造,中间有一个“C”字母的单片机采用 CMOS 工艺制造,具有低功耗的特点,支持节能模式。

(2) 增强型

1) 增大内部存储器型。该型产品将内部的程序存储器 ROM 和数据存储器 RAM 增加 1 倍。如 8032AH、8052AH、8752BH 等,内部拥有 8KB ROM 和 256B RAM,属于 52 子系列。

2) 可编程计数阵列(PCA)型。型号中含有字母“F”的系列产品,如 80C51FA、83C51FA、87C51FA、83C51FB、87C51FB、83C51FC、87C51FC 等,均是采用 CHMOS 工艺制造,具有比较捕捉模块及增强的多机通信接口。

3) A/D 型。该型产品如 80C51GB、83C51GB、87C51GB 等具有下列新功能:8 路 8 位 A/D 转换模块,256B 内部 RAM、2 个 PCA 监视定时器,增加了 A/D 和串行口中断,中断源达 7 个,具有振荡器失效检测功能。

1.2 计算机中数的表示方法

1.2.1 进位计数制及其转换

凡采用数字符号排列,按照由低位向高位进位计数的方法称为进位计数制,简称为计数制或进位制。在人们的日常生活中,会碰到各种不同的进位计数制,不仅有最常使用的十进制,还有二进制、八进制、十二进制、十六进制、二十四进制等。

1) 二进制:由数字符号 0、1 构成,逢 2 进 1。

2) 八进制:由数字符号 0~7 构成,逢 8 进 1。

3) 十进制:由数字符号 0~9 构成,逢 10 进 1。

4) 十六进制:由数字符号 0~9 和字母 A~F 构成,逢 16 进 1。

在计算机内部,数的表示仅采用二进位计数制,即计算机内部处理的数据(数值数据、字符、图形、声音等)必须用 0、1 的代码表示,计算机能够理解的语言也只能是由 0、1 构成的语言。而用户在书写时则可以采用任何进制形式的数来表示。下面我们就讨论各种数制之间的转换。

1. 十进制数转换为二进制数

十进制数转换为二进制数须对其整数和小数部分分别处理进行转换。

(1) 十进制整数转换为二进制整数的方法

用 2 不断地去除要转换的十进制数,直至商为 0。每次所得的余数即为二进制数位,最初得到的余数是二进制整数的最低位。这就是所谓的“除 2 取余”法。

例 1.1 将十进制数 25 转换成二进制数。

解:

2		25	余数
2		12	1
2		6	0
2		3	0
2		1	1
		0	1

因此: $(25)_{10} = (11001)_2$

(2) 十进制小数转换为二进制小数的方法

用 2 不断地去乘要转换的十进制小数,直至乘积的小数部分为 0。每次所得的整数部分即为二进制数位,最初得到的整数是二进制小数的最高位。这就是所谓的“乘 2 取整”法。

例 1.2 将十进制数 0.8125 化成二进制数。

解:

0.8125	
× 2	整数
1.625	 1
0.625	
× 2	
1.25	 1
0.25	
× 2	
0.5	 0
0.5	
× 2	
1.0	 1
0	

因此: $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$

需要注意的是:当十进制小数不能用有限位二进制小数精确表示时,可根据精度要求,采用“零舍一入”的方法,取有限位二进制小数近似表示。

2. 二进制数转换为十进制数

将二进制数转换为十进制数,只须按位权展开求累加和即可。

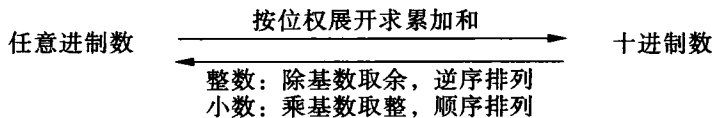
例 1.3 把二进制数 11001.0101 转换为十进制数。

解:

$$\begin{aligned}
 11001.0101 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} = \\
 &16 + 8 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0.25 + 0 + 0.0625 = \\
 &(25.3125)_{10}
 \end{aligned}$$

因此: $(11001.0101)_2 = (25.3125)_{10}$

任意进制数与十进制数转换的一般方法如下所示:



(说明:基数为相应进位制数字符号的个数)

3. 二进制数与十六进制数的相互转换

二进制数转换成十六进制数比较容易,具体方法如下:

- 1) 把二进制数以小数点为界向左向右每 4 位分成一组,不足 4 位的以 0 补齐。
- 2) 把每组 4 位的二进制数转换成 1 位的十六进制数。
- 3) 按从左到右的次序写出转换结果。

例 1.4 把二进制数 10110011.0101111 转换成十六进制数。

解:分组: 1011, 0011, 0101, 1110

转换: B 3 5 E

因此: $(10110011.0101111)_2 = (B3.5E)_{16}$

十六进制数转换成二进制数的方法更简单,只须从左到右把每位十六进制数写成相应的 4 位二进制数,并把结果写在一起即可。