



高等学校教材

DANPIANJIYUANLIJI
YINGYONGXITONGSHEJI

单片机原理及 应用系统设计

主 编 凌玉华
副主编 刘连浩 杨进宝 寻小惠
瞿年清 廖力清

中南大学出版社

TP368.1
248

单片机原理及应用系统设计

主 编 凌玉华
副主编 刘连浩 杨进宝 寻小惠
瞿年清 廖力清

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用系统设计/凌玉华主编. —长沙:中南大学出版社,2006.4

ISBN 7-81105-303-9

I. 单... II. 凌... III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 029882 号

单片机原理及应用系统设计

主编 凌玉华

☐ 责任编辑 肖梓高

☐ 责任印制 汤庶平

☐ 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:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐ 印 装 中南大学印刷厂

☐ 开 本 730×960 1/16 ☐ 印张 21.75 ☐ 字数 399 千字

☐ 版 次 2006 年 5 月第 1 版 ☐ 2006 年 5 月第 1 次印刷

☐ 书 号 ISBN 7-81105-303-9/TP·011

☐ 定 价 30.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

单片机(微控制器)是20世纪70年代中期发展起来的一种面向控制的大规模集成电路模块,具有功能强、体积小、可靠性高、价格低廉等特点,在工业控制、数据采集、智能仪表、机电一体化、家用电器等领域得到了广泛的应用,极大地提高了这些领域的技术水平和自动化程度。单片机在我国大规模的应用已有十余年历史,单片机技术的研究和推广正方兴未艾。目前,各高等院校相关专业都将单片机课程列为其教学计划的重要组成部分,纷纷开设单片机及相关课程。同时,在课程设计、毕业设计、电子设计竞赛等许多实践环节中,单片机都得到了广泛的应用。

MCS-51系列单片机是国内目前应用最广泛的一种8位单片机之一。经过20多年的推广与发展,51系列单片机形成了一个规模庞大、功能齐全、资源丰富的产品群。随着嵌入式系统、片上系统等概念的提出和普遍应用,MCS-51系列单片机的发展又进入了一个新的阶段。近年来,基于51系列单片机的嵌入式实时操作系统的出现与推广,表明51系列及其衍生型单片机将在今后很长一段时间内占据嵌入式系统产品的低端市场。

本书以MCS-51系列的89C51单片机为典型机进行介绍。针对应用型人才培养的特点,注意原理和应用并重,力图使读者在学习后,既能掌握单片机的一般原理和接口技术,又能掌握单片机应用系统的设计方法。在讲解基本原理时,引用了一些经典实例,例如ADC0809、DAC0832等器件的扩展等。这些实例从器件到电路设计上不是先进的,但有助于理解和掌握所学的原理和方法,同时也方便与现有的实验装置配套。在代表某些先进的技术发展方向上,则引进了一些新内容,如LED大屏幕显示、LCD液晶显示、串行A/D与D/A接口技术、串行总线技术(SPI、I²C、CAN、USB总线技术及应用实例)、单片机应用系统的电源与低功耗设计、电磁兼容性设计等。在传统的单片机相关课程中,功能性设计是单片机应用系统设计的惟一内容,学生走出校门后,往往将单片机应用系统设计看成单纯的功能性设计,造成理论与实际要求的脱节。本教程在介绍功能性设计的基础上,对可靠性设计和产品化设计进行了论述,有助于读者了解应用系统设计的全面内容。

本教材共分9章。第1章绪论部分较为系统地介绍了单片机及相关基础知识;第2章为MCS-51单片机硬件结构;第3章为MCS-51系列单片机指令

系统；第4章为单片机程序设计；第5章为中断系统、定时器/计数器与串行口；第6章为单片机系统扩展与接口技术；第7章为串行总线技术；第8章为单片机应用系统设计；第9章介绍了单片机应用系统实例。

本教材由凌玉华主编。第1章和第9章的第1节由凌玉华编写，第2、3章由杨进宝编写；第4章由瞿年清编写；第5章和第9章的第2节由寻小惠编写；第6、7章和第9章的第3节由刘连浩编写；第8章由廖力清编写。在本书的编写过程中，得到陈森、许暖、张京玲、余昀、王云飞、杜娟等同学的帮助与支持。在此表示感谢！

本教材适合高等院校自动化、测控技术与仪器、电子信息工程、计算机应用、电气工程等相关专业的本科生和研究生作为单片机技术类课程的教材，也可供从事单片机产品开发的工程技术人员与业余爱好者参考。

限于作者水平，加之时间紧促，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！

编者

2006年3月

目 录

第1章 概 述	(1)
1.1 单片机的概念及其应用特点	(1)
1.2 单片机的种类及发展概况	(4)
1.3 单片机编程语言	(18)
1.4 单片机与嵌入式系统	(19)
1.5 单片机控制技术	(20)
1.6 单片机应用系统设计	(22)
思考题	(27)
第2章 MCS-51 单片机硬件结构和原理	(28)
2.1 MCS-51 单片机概述	(28)
2.2 89C51 单片机引脚及功能	(30)
2.3 89C51 单片机内部结构	(33)
2.4 89C51 单片机时钟电路与时序	(39)
2.5 89C51 单片机存储器组织	(42)
2.6 89C51 单片机并行接口	(50)
2.7 89C51 单片机的低功耗工作方式	(53)
思考题	(55)
第3章 MCS-51 系列单片机指令系统	(56)
3.1 MCS-51 指令概述	(56)
3.2 寻址方式	(59)
3.3 指令系统	(62)
思考题	(82)
第4章 单片机程序设计	(84)
4.1 程序设计语言	(84)

4.2	汇编语言程序的基本格式	(91)
4.3	汇编语言程序设计	(95)
4.4	系统程序设计	(107)
4.5	单片机实用子程序	(113)
	思考题	(124)
第5章	中断系统、定时器/计数器与串行口	(126)
5.1	MCS-51 单片机中断系统	(126)
5.2	定时器/计数器	(138)
5.3	串行接口	(149)
	思考题	(159)
第6章	单片机系统扩展与接口技术	(160)
6.1	单片机外部扩展资源和扩展编址技术	(160)
6.2	并行 I/O 扩展	(164)
6.3	显示器接口技术	(168)
6.4	键盘接口技术	(190)
6.5	D/A 转换器接口	(198)
6.6	A/D 转换器接口	(204)
	思考题	(215)
第7章	串行总线技术	(217)
7.1	串行通信概述及通信协议	(217)
7.2	串行通信 RS 系列总线标准及其接口	(220)
7.3	SPI 总线及接口程序设计	(230)
7.4	I ² C 总线原理及接口程序设计	(239)
7.5	单总线及接口程序设计	(253)
7.6	CAN 总线	(262)
7.7	USB 总线	(269)
	思考题	(276)
第8章	单片机应用系统设计	(277)
8.1	单片机应用系统的结构	(277)
8.2	单片机应用系统设计要求和设计步骤	(281)

8.3 单片机的开发工具、开发环境与系统调试	(286)
8.4 单片机应用系统的电源与低功耗设计	(294)
8.5 单片机应用系统的电磁兼容性设计	(307)
8.6 单片机产品设计的实用技术	(309)
思考题	(316)
第9章 单片机应用系统实例	(317)
9.1 单片机温度控制系统设计	(317)
9.2 交通信号灯模拟控制	(327)
9.3 频率检测	(332)
附录 A	(335)
附录 B	(339)
参考文献	(340)

第1章 概述

本章主要对单片机的概念及其应用特点、单片机的种类及发展概况、单片机编程语言、单片机与嵌入式系统、单片机控制技术、单片机应用系统设计等内容进行简要介绍,使读者对单片机及其应用技术有一个初步的了解。

1.1 单片机的概念及其应用特点

自1971年微型计算机问世以来,由于实际应用的需要,微型计算机向着两个不同的方向发展:一个是向高速度、大容量、高性能的高档微机方向发展;而另一个则是向稳定可靠、体积小、功耗低、价格低廉的单片机方向发展。单片机是微型计算机的一个重要的分支。它的出现是计算机技术发展史上的一个重要里程碑,它使计算机从海量存储与高速复杂数值计算进入到智能化控制领域。从此,计算机技术在两个重要领域——通用计算机领域和嵌入式计算机领域都获得了极其重要的进展。

单片微型计算机简称单片机。它在一块芯片上集成了计算机的所有基本功能部件,包括中央处理器CPU、随机读写存储器RAM、只读存储器ROM、输入输出(I/O)接口电路、中断系统、定时/计数器(T/C)和串行通信接口电路等。因此,单片机只需要和适当的软件及外部设备相组合,就可以成为一个完整的单片机系统。

1.1.1 单片机的名称

单片机(SCMC)是早期 Single Chip MicroComputer 的直译,它忠实地反映了早期单片机(甚至到 MCS-51 系列单片机)的形态和本质。随着单片机技术进一步发展到 MCS-96、80C51、M68HC05、M68HC11 系列单片机时,着力扩展了控制功能,在芯片内集成了许多外围电路及外设接口,如模/数转换器 A/D、脉宽调制器(PWM)、计数器、捕捉/比较逻辑、高速 I/O 接口、程序监视定时器(WDT)等,从而突破了传统意义上的计算机结构,发展成 MicroController 的体系结构。因此,最能准确地反映单片机的设计思想、并且有长远技术眼光的词

汇是“微控制器”，目前国外已普遍称之为微控制器 MCU (MicroController Unit)。鉴于单片机在应用时，通常是处于被控系统的核心地位并融入其中，即以嵌入被控对象的方式进行使用，为了强调其嵌入式应用特点，又称之为嵌入式微控制器 EMCU (Embedded MicroController Unit)。

从英文名看，微控制器一词比单片机(英文是 3 个词)更简洁、更确切地描述了事物的本质，所以单片机一词在国际上已很少采用。而在汉语中，单片机的称呼更简洁通俗，以致单片机一词已约定俗成，仍沿用至今，因此本书仍使用“单片机”一词。

1.1.2 单片机的特点

单片机的主要特点表现在以下几个方面：功能强、体积小、功耗低、价格便宜、低电压、低功耗、易于产品化；有较强的抗干扰性和较高的可靠性，温度适应范围较宽，能够在各种恶劣环境条件下正常工作；可以方便地实现多机、分布式的集散控制，从而使整个控制系统的效率和可靠性大大提高。

与通用微机相比，单片机在硬件结构和指令设置上具有以下特点：

(1) 存储器 ROM 和 RAM 严格分工。ROM 用于做程序存储器，只存放程序、常数和数据表格，而 RAM 用于做数据存储器，存放临时数据和变量。这样的设计方案使单片机更适用于实时控制系统。配置较大的程序存储空间 ROM 将已经调试好的程序固化(即对 ROM 编程，亦称为烧录或烧写)，这样不仅掉电时程序不会丢失，还避免了程序被破坏，从而确保了程序的安全性。实时控制时，仅需要容量较小的 RAM 用于存放少量随机数据，这样有利于提高单片机的操作速度。

(2) 采用面向控制的指令系统。在实时控制方面，尤其是在位操作方面，单片机有着不俗的表现。

(3) 输入/输出端口引脚通常设计有多种功能。在系统设计时，用户可以通过编程确定具体使用多功能引脚的哪一种功能，使用灵活。

(4) 品种规格的系列化。属于同一个产品系列、不同型号的单片机，通常具有相同的内核、相同或兼容的指令系统。其主要的差别是在片内配置了一些不同种类或不同数量的功能部件，以适用不同的被控对象。

(5) 单片机的硬件功能具有广泛的通用性。同一种单片机可以用在不同的控制系统中，只是其中所配置的软件不同而已。换言之，给单片机固化上不同的软件，便可形成用途不同的专用功能芯片。有时将这种芯片称为固件(Firmware)。

1.1.3 单片机的应用领域

由于单片机具有显著的优点,因而广泛应用于家用电器、智能化仪器仪表、医用设备、汽车电子产品、航空航天、专用设备的智能化管理及工业生产过程控制等领域。以下简单介绍一些单片机的典型应用。

(1) 仪器仪表。单片机广泛应用于仪器仪表中,结合不同类型的传感器,可以实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、压力等物理量的测量。单片机的使用加速了仪器仪表向数字化、智能化、多功能化和柔性化方向发展。

(2) 机电一体化。单片机作为机电一体化产品中的控制器,能大大提高产品的自动化、智能化水平。例如,可编程控制器是一个典型的机电控制器,其核心常常就是由单片机构成的。

(3) 实时控制。单片机的实时数据处理能力和控制功能,使其广泛地应用于工业测控、航空航天、尖端武器等各种实时控制系统中。在现代化的飞机、军舰、坦克、大炮、导弹火箭和雷达等各种军用装备上,都有单片机深入其中。

(4) 分布式多机系统。在比较复杂的系统中,常采用分布式多机系统。单片机在这种系统中经常作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时测量和控制。

(5) 消费类电子产品控制。该应用主要反映在家用电器方面,例如,在洗衣机、电冰箱、空调器、微波炉、电饭煲、电视机、电热水器、音响、影碟机、游戏机、电子计价秤、汽车电子与保安系统等产品中使用单片机后,其控制功能和性能大大提高,并且实现了智能化、最优化控制。

(6) 终端及外部设备控制。计算机网络终端设备(如银行终端、商业自动收款机等)和计算机的外部设备(如键盘、鼠标、打印机、磁盘驱动器等),以及自动化办公设备(如传真机、复印机、绘图仪、考勤机等)都使用了单片机,使其具有输入、计算、存储、显示等功能,并具有和计算机连接的接口。

据统计,我国的单片机年产量已达1~3亿片,且每年以大约16%的速度增长,但相对于国际市场我国的占有率还不到1%。这说明单片机的应用在我国有着广阔的前景。

1.2 单片机的种类及发展概况

1.2.1 单片机的体系结构

单片机的一般结构如图 1-1 所示,它在一块芯片上集成了计算机的主要组成部分,通过总线实现 CPU、ROM、RAM、I/O 等个模块之间的信息传递。下面简要介绍单片机内部各组成部分的功能。

中央处理器(CPU):它是单片机的核心单元,通常由算术逻辑部件 ALU 和控制部件构成,决定了单片机的运算能力和处理速度。其结构可分为 CISC(Complexed Instruction Set

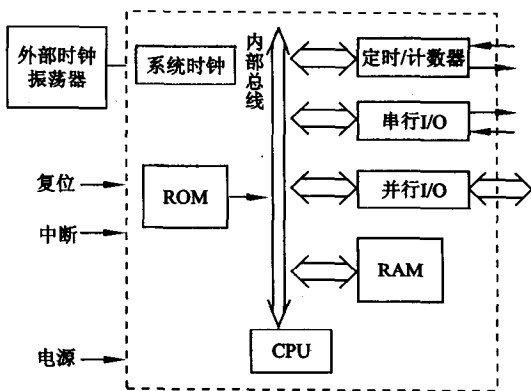


图 1-1 典型单片机的基本构成

Computer, 复杂指令集计算机, 如 Intel 系列单片机)和 RISC(Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机, 如 Motorola 系列单片机)两种。采用 RISC 结构能方便地实现 CPU 的并行流水操作, 是简化硬件结构和生产工艺、提高单片机集成度和运行速度的有效途径。

随机存取存储器(RAM):它用来存放程序运行时的工作变量和数据。由于 RAM 的制作工艺复杂, 价格比 ROM 高得多, 所以单片机的内部 RAM 非常宝贵, 通常仅有几十到几百字节。RAM 的内容是易失性(亦称为易挥发性)的, 掉电后内部信息会丢失。EEPROM 或 Flash ROM 型的数据存储器, 可方便用户存放不经常改变的数据和其他重要信息。单片机内部通常还有特殊功能寄存器和通用寄存器, 也属于 RAM 空间。

程序存储器(ROM):它用来存放用户程序, 可分为 ROM、EPROM、Mask ROM、OTP ROM(One Time Programmable)和 Flash ROM(MTP ROM)等类型。程序存储器的类型及特点如表 1-1 所示。

并行输入/输出端口:通常为独立的双向 I/O 端口, 既可以用做输入方式, 也可以用做输出方式, 由软件编程设定。目前, 单片机的 I/O 端口中, 有的内部具有上拉或下拉电阻, 有的是漏级开路输出, 有的能提供足够的电流直接驱动外部

设备。I/O 是单片机的重要资源,也是衡量单片机功能的重要指标之一。

表 1-1 程序存储器的类型和特点

类型	写入方式	特 点
Mask ROM (掩膜 ROM)	存贮内容由芯片生产厂家写入,写入后不能修改	成本低,适合大批量定型生产
EPROM	芯片上带有透明窗口,可通过紫外线照射擦除原有内容,由专门的编程器写入程序	价格贵,可反复使用,适合产品研发和小批量试生产阶段使用
OTP ROM	由用户使用专用写入器烧写内容,烧写时需外加高电压	只能由用户烧写一次,实质是不开顶窗的 EPROM。适合小批量产品试制阶段
Flash ROM	采用分块电擦除方法修改内容	可反复擦写,容易实现在线擦写。成本低廉,开发调试方便。目前是主流产品
E ² PROM	电可擦除可编写(烧写)	可反复擦写多次,有的可以实现在线擦写。也可以作为片内 RAM 或通用寄存器使用

串行输入/输出端口:它用于单片机与串行设备或其他单片机的通信。不同的单片机可能提供不同标准的串行通信接口,如 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter,通用异步接收发送器)、SPI(Serial Peripheral Interface,串行外围接口)、I²C(Inter Integrate Bus,内部集成电路总线)、MicroWire、1-Wire(单总线)、CAN(Controller Area Network,控制器局域网)等。

定时器/计数器(T/C):它用于单片机内部精确定时或对外部事件(输入信号如脉冲)进行计数,有的单片机内部有多个定时器/计数器。

系统时钟:通常需要外接石英晶体或其他振荡源提供时钟信号输入,也有使用内部 RC 振荡器。系统时钟相当于微机中的主频。

以上只是单片机的基本构成,新型的单片机中又加入了许多新的功能部件,强化了实时控制功能,如模/数转换器、数/模转换器、温度传感器、液晶驱动电路、电压监控、看门狗电路、低压检测电路等。

1.2.2 单片机的主要技术指标

单片机的技术指标主要包括位数、存储器的存储容量和编程方式、I/O 端口数量、速度、工作电压、功耗、温度和附加功能等。

(1) 位数。它指单片机能够一次处理的数据宽度。可分为 4 位、8 位、16 位、32 位等。一般而言,单片机的位数越高,其数据处理能力越强。与通用微机不同的是,单片机不盲目追求高位数,而是注重性价比,所以 8 位机仍旧占绝对优势。

(2) 存储器。它包括程序存储器和数据存储器。程序存储器空间较大,容量一般从几千字节到几十千字节($1\text{KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$)。数据存储器的容量通常为几十到几百字节(Byte)之间。存储器的结构分为普林斯顿(Princeton)结构和哈佛(Har-yard)结构两种。PC 机中普遍采用程序、数据合用一个存储器空间的普林斯顿结构,而单片机中常采用 ROM 和 RAM 截然分开、分别寻址的哈佛结构。程序存储器的编程方式也是用户选择的一个重要因素,有的是串行编程,有的是并行编程,新一代的单片机还具有在系统编程(ISP, In-System-Programmable)或应用再编程(IAP, In-Application re-Programmable)功能,有的还有专用的 ISP 编程接口 JTAG(Joint Test Action Group)。

(3) I/O 端口,即输入/输出接口。它一般有几个到几十个,用户可以根据自己的需要进行选择。

(4) 速度。它指 CPU 的处理速度,以每秒执行多少条指令衡量。常用单位是 MIPS(百万条指令每秒),目前运行速度最快的单片机已超过 100MIPS。单片机的速度通常是和系统时钟相联系的,但是,并不一定频率高的处理速度就一定快。对于同一种型号的单片机而言,采用频率高的时钟一般比频率低的速度要快,但可靠性可能降低,功耗升高。现在先进的单片机都具有多种可控制的运行速度以便协调运行速度和功耗之间的矛盾。

(5) 工作电压。单片机的工作电压通常是 5V,也有 3V/3.3V 电压的产品,更低的可在 1.5V 电压下工作。新一代单片机出现了宽电压范围型,即在 2.5 ~ 6.5V 电压范围内都可以正常工作。

(6) 功耗。低功耗是现代单片机所追求的一个目标,目前低功耗单片机的静态电流可以低至 μA 或 nA 级。有的单片机还有等待、关断、睡眠等多种工作模式,以此来降低功耗。降低工作电压有利于降低功耗。

(7) 温度。单片机根据工作温度一般分为民用级(商业级)、工业级、军用级 3 种。民用级的温度范围是 $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$,工业级是 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$,军用级是 $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ (不同的厂家划分标准可能不同)。使用时应根据现场温度情况

选择芯片的工作温度等级。

(8) 附加功能。有的单片机具有更多的功能。例如, 在单片机内部有 A/D、D/A、LCD 驱动电路、串行端口等部件, 使用这种单片机可减少外部器件, 提高系统的可靠性。

1.2.3 单片机芯片的半导体工艺及标识

单片机采用两种半导体工艺生产, 一种是 HMOS 工艺, 即高密度短沟道 MOS 工艺; 另外一种为 CHMOS 工艺, 即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。单片机芯片型号中凡带有字母“C”的为 CHMOS 芯片(如 80C51, 89C51), 其余均为一般的 HMOS 芯片。

CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合, 除保持了 HMOS 高速度和高密度的特点之外, 还具有 CMOS 低功耗的特点。例如, 8051 的功耗为 630mW, 而 80C51 的功耗只有 120mW。在便携式、手提式或野外作业仪器设备上, 低功耗是非常有意义的。在这些仪器中, 必须使用 CHMOS 的单片机芯片。

1.2.4 单片机的种类

单片机种类繁多, 其分类示意图如图 1-2 所示。

(1) 按用途分类。单片机按其用途可分为两大类, 即通用型和专用型单片机。通常所说的单片机均为通用型单片机。

通用型单片机是一种基本芯片, 它将可开发资源, 如存储器、输入/输出接口等全部提供给设计者和使用者, 可根据实际需要自主开发, 灵活运用。用户可以根据需要设计成各种不同应用的控制系统, 即通用单片机有一个再设计的过程。

专用型单片机往往是针对某一特定的产品而设计的, 其硬件结构和指令程序均针对某一特定的应用场合而专门设计, 功能单一。如电表和 IC 卡读写器上的单片机, 以及 DVD 控制器和数码摄像机控制芯片等。这种应用的最大特点是针对性强而且数量巨大, 为此厂家与芯片制造商合作, 设计和生产专用的单片机芯片。

今后, 随着单片机应用的进一步推广和深入, 各种专用单片机芯片将会越来越多, 成为今后单片机发展的重要方向。

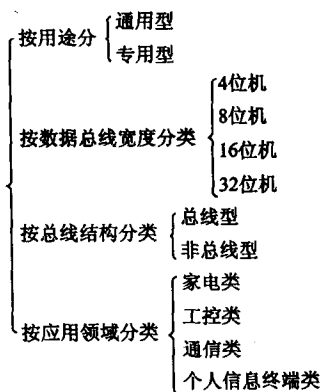


图 1-2 单片机分类示意图

(2) 按数据总线的位数分类。单片机按其数据总线的位数可分为 4 位、8 位、16 位、32 位机。

① 4 位单片机。4 位单片机的控制功能较弱, 适合用于各种规模较小的家用电器、电子玩具等控制器类消费产品。典型产品有: Intel 公司生产的 Intel 4004、美国德州仪器公司的 TMS-1000、美国国家半导体公司(NS, National Semiconductor)的 COP4 $\times\times$ 系列、日本电气公司(NEC)的 μ PD75 $\times\times$ 系列、日本东芝公司(Toshiba)的 TMP47 $\times\times\times$ 系列以及日本松下公司(Panasonic)的 MN1400 系列等。

② 8 位单片机。8 位单片机的控制功能较为出色, 且品种繁多, 是目前品种最为丰富、应用最为广泛的单片机。在自动化装置、智能仪器仪表、过程控制、通信、家用电器等许多领域得到广泛应用。

8 位单片机的分类示意图如图 1-3 所示。

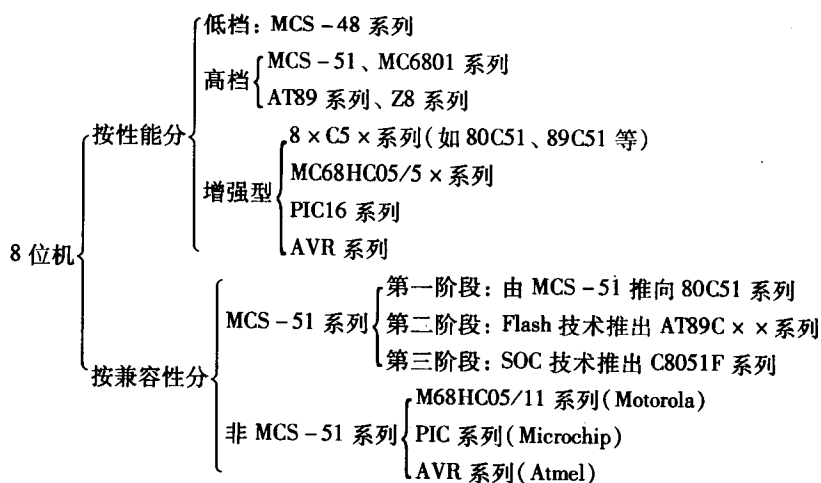


图 1-3 8 位单片机分类示意图

③ 16 位单片机。16 位单片机具有很强的数值运算能力和较快的反应速度, 常用在实时控制、实时处理的系统中。典型产品有 Intel 公司的 MCS-96/98/196/296 系列(如 80C196 KC)、Motorola 公司的 M68HC11/12/16 系列、NS 公司的 HPC $\times\times\times\times$ 系列、TI 公司的 MSP430 系列等。其中 MSP430 系列以其突出的超低功耗的特性广泛应用于低功耗场合。

④ 32 位单片机。32 位单片机具有极高的运算速度, 是单片机发展的趋势, 多用于嵌入式系统, 应用前景广泛。典型产品包括 32 位嵌入式 CPU, 如

ARM7、ARM9 等系列芯片及 Motorola 的 MC683 × ×、68K 系列、Hitachi 公司的 S H 系列等。

(3) 按总线结构分类。可分为总线型与非总线型单片机。总线型单片机是指配置有完整并行总线的单片机,例如 89C51 单片机,其引脚提供了 PO 口的 8 位并行数据总线, P2、P0 口的 16 位地址线以及相应的控制线 $\overline{\text{WR}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{ALE}}$ 、 $\overline{\text{EA}}$ 等。而与 89C51 相同系列的非总线型单片机 89C1051/2051 单片机中,省去了并行总线和相应的控制信号线,外部封装引脚减少,芯片成本下降,故又称廉价型单片机。非总线型单片机无法扩展外部并行接口器件,但可采用串行方式进行扩展。两种单片机比较示意图如图 1-4 所示。

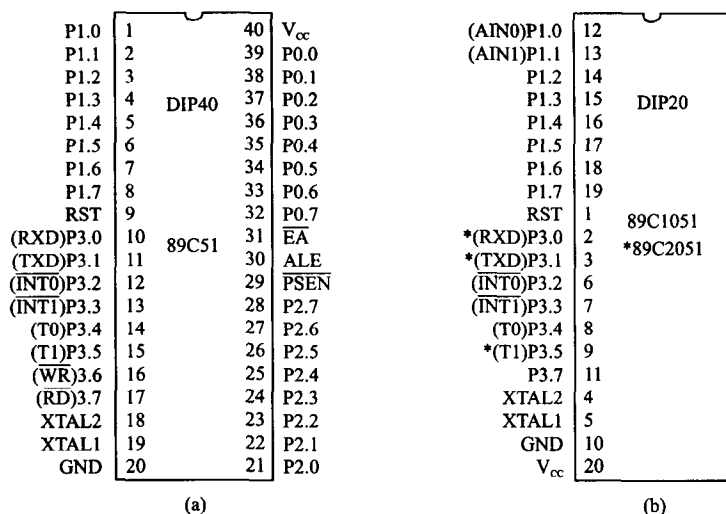


图 1-4 89C51 总线型与 89C1051/2051 非总线型单片机比较示意图

(4) 按应用领域分类。它可分为家电类、工控类、通信类、个人信息终端 (PDA) 类等。这些不同领域对单片机应用系统有不同的要求。例如,小家电中要求小型价廉, PDA 则要求大容量存储、大屏幕 LCD 显示、极低功耗等。

1.2.5 单片机的主流产品系列

目前,单片机的生产厂家已达几十家,种类有几百种之多。知名的单片机生产厂商众多,主要有美国的 Intel、Motorola、Zilog、NS、Microchip、Atmel 和 TI 公司,日本的 NEC、Toshiba、Fujitsu 和 Hitachi 公司,荷兰的 Philips 公司,英国的 Inmos 公司和德国 Siemens 公司等。其中 Intel、Motorola、Microchip、Philips