



中等专业学校 规划教材
电子信息类

单片机原理及应用

梁 军 吕亚靖 周雪莉



东南大学出版社

单片机原理及应用

梁 军 吕亚靖 周雪莉 编

东南大学出版社
·南京·

内 容 提 要

本书系原电子工业部 1996~2000 年规划教材。书中以 MCS-51 系列单片机为主线,较全面地介绍了单片机的硬件结构、指令系统及程序设计等内容。本书的前两章介绍了单片机的分类及微机的基本知识;第 3,4,5,6 四章介绍了 MCS-51 系列单片机的硬件结构、指令系统、程序设计及中断系统等内容;第 7,8,9 三章介绍了单片机的系统扩展、接口技术及串行通信等内容;第 10 章讲述了单片机的开发与应用的方法和步骤,并给出了应用实例;第 11 章对现在常用的几种单片机作了介绍。各章后都安排了习题,附录中还安排了多个实验。这是一本较全面讲授单片机原理及应用的教材。

本书可作为中专及各类职业学校的无线电、电子技术、自控、机电一体化等专业的教学用书,也可供工程技术人员参考或作为各种培训班的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/梁军,吕亚靖,周学莉编. —南京:
东南大学出版社,2000.3.
ISBN 7-81050-624-2

I. 单... II. ①梁...②吕...③周... III. 单片
微型计算机—基本知识 IV. TP268.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 13763 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 江苏省地质测绘院印刷厂印刷
开本:787mm×1092mm 1/16 印张:20.25 字数:480 千字
2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷
印数:5000 定价:28.00 元

出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作,根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》,我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社、各专业教学指导委员会,在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上,根据当代电子信息科学技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求,编制了《1996 - 2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报,经各学校、出版社推荐,由各专业教学指导委员会评选,并由我部教材办会商各专指委、出版社后,审核确定的。本轮规划教材的编制,注意了将教学改革力度较大、有创新精神、特色风格的教材和质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需、尚无正式教材的选题优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时,选择了一批对学科发展具有重要意义,反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划,以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足,希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议,以不断提高教材的编写、出版质量,共同为电子信息类专业教材建设服务。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按原电子工业部的《1996 - 2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》,由无线电教学指导委员会编审、推荐出版。本教材由山东省电子工业学校梁军担任主编,主审张志良,责任编辑李作民。

本教材的参考学时数 90 学时,其主要内容为:1. 单片机的应用及发展,微型计算机基础知识(第 1、2 章);2. MCS-51 系列单片机的硬件结构、存储器结构、指令系统、程序设计、中断及定时器应用(第 3、4、5、6 章);3. 单片机的系统扩展、接口技术及串行通信(第 7、8、9 章);4. 单片机开发应用的方法和步骤、单片机应用实例(第 10 章);5. 常用单片机系列介绍(第 11 章)。

本教材注重实践和应用,各学校可根据专业要求及学校实际情况灵活安排授课和实验内容。

本教材由梁军老师编写第 1、2、3、6、7 章,周雪莉老师编写第 4、5 章,吕亚靖老师编写第 8、9、10、11 章。参加审阅工作的还有广东省电子学校潘永雄老师,山东省电子工业学校戚琦老师,都为本书编写提出许多宝贵意见,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编者

2000 年 1 月

目 录

1 绪论

1.1 微型计算机概述	(1)
1.1.1 微型机发展概况	(1)
1.1.2 微型计算机应用	(1)
1.2 单片微型计算机概述	(4)
1.2.1 单片机的发展趋势	(4)
1.2.2 典型的单片机产品	(5)
1.2.3 单片机的应用	(9)
习题与思考题	(11)

2 微型计算机基础

2.1 微型计算机中数据的表示	(12)
2.1.1 数值型数据	(12)
2.1.2 非数值型数据	(20)
2.1.3 数据的传送及错误校正	(21)
2.2 微型计算机的组成及工作原理	(22)
2.2.1 微型计算机的基本组成	(22)
2.2.2 微型计算机的基本工作原理	(30)
2.2.3 微型计算机系统的组成	(33)
习题与思考题	(34)

3 MCS-51 单片机结构

3.1 MCS-51 总体结构	(36)
3.1.1 MCS-51 结构	(36)
3.1.2 MCS-51 引脚功能	(41)
3.2 存储器结构	(43)
3.2.1 程序存储器	(43)
3.2.2 数据存储器	(44)
3.2.3 特殊功能寄存器	(45)
3.3 I/O 端口结构及工作原理	(47)
3.3.1 并行 I/O 端口	(47)
3.3.2 串行 I/O 端口	(49)

3.4 MCS-51 工作方式	(50)
3.4.1 复位方式	(50)
3.4.2 程序执行工作方式	(51)
3.4.3 节电工作方式	(51)
3.4.4 编程和校验工作方式	(52)
3.5 时钟和时序	(54)
3.5.1 时钟	(54)
3.5.2 时序	(55)
习题与思考题	(58)
 4 MCS-51 指令系统	
4.1 概述	(59)
4.1.1 指令格式	(59)
4.1.2 指令的分类	(60)
4.2 寻址方式	(61)
4.2.1 立即寻址	(62)
4.2.2 直接寻址	(62)
4.2.3 寄存器寻址	(63)
4.2.4 寄存器间接寻址	(64)
4.2.5 变址寻址	(65)
4.2.6 相对寻址	(66)
4.2.7 位寻址	(66)
4.3 数据传送类指令	(67)
4.3.1 内部传送指令	(68)
4.3.2 外部传送指令	(72)
4.3.3 堆栈操作指令	(73)
4.3.4 数据交换指令	(74)
4.4 算术运算指令	(75)
4.4.1 加法指令	(76)
4.4.2 减法指令	(78)
4.4.3 十进制调整指令	(79)
4.4.4 乘法指令	(80)
4.4.5 除法指令	(81)
4.5 逻辑运算和移位指令	(81)
4.5.1 逻辑运算指令	(81)
4.5.2 移位指令	(84)
4.6 控制转移指令	(86)
4.6.1 无条件转移指令	(86)
4.6.2 条件转移指令	(88)

4.6.3 子程序调用和返回指令	(92)
4.6.4 空操作指令	(93)
4.7 位操作指令	(93)
4.7.1 位传送指令	(93)
4.7.2 位置位和位清零指令	(93)
4.7.3 位运算指令	(94)
习题与思考题	(95)

5 汇编语言程序设计

5.1 汇编语言的构成	(98)
5.1.1 机器语言、汇编语言和高级语言	(98)
5.1.2 汇编语言程序的组成	(99)
5.2 汇编语言源程序的设计和汇编	(101)
5.2.1 程序设计步骤	(102)
5.2.2 源程序的汇编	(102)
5.3 简单程序设计	(103)
5.4 分支程序设计	(105)
5.5 循环程序设计	(108)
5.6 查表程序设计	(112)
5.7 数据检索程序	(116)
5.8 子程序设计	(117)
5.9 运算程序设计	(120)
习题与思考题	(125)

6 MCS-51 中断系统

6.1 中断及中断系统	(126)
6.1.1 为什么要使用中断	(126)
6.1.2 中断源	(127)
6.1.3 中断的分类	(129)
6.1.4 CPU 响应中断的条件及中断处理过程分析	(129)
6.1.5 中断嵌套	(130)
6.1.6 中断服务程序设计	(131)
6.1.7 中断系统的组成与功能	(132)
6.2 MCS-51 的中断系统	(133)
6.2.1 中断源与中断请求标志	(133)
6.2.2 MCS-51 对中断请求的控制	(135)
6.2.3 MCS-51 的中断处理过程	(136)
6.2.4 中断请求的撤除	(138)
6.2.5 扩充外部中断源	(139)

6.3 定时器/计数器	(140)
6.3.1 定时器/计数器的组成	(140)
6.3.2 定时器/计数器的控制及初始化	(142)
6.3.3 定时器/计数器的 4 种工作方式	(144)
6.3.4 定时器/计数器量程的扩展	(147)
6.3.5 定时器/计数器应用举例	(151)
习题与思考题	(155)
 7 MCS-51 系统外部功能扩展	
7.1 系统扩展概述	(157)
7.2 程序存储器的扩展	(158)
7.2.1 常用的程序存储器	(158)
7.2.2 MCS-51 程序存储器的扩展	(166)
7.3 数据存储器的扩展	(169)
7.3.1 常用的数据存储器	(169)
7.3.2 MCS-51 扩展外部数据存储器的原理	(171)
7.3.3 典型的 MCS-51 存储器扩展线路	(173)
7.4 I/O 口的扩展	(174)
7.4.1 简单的 I/O 口扩展	(175)
7.4.2 8155 可编程并行 I/O 扩展接口	(176)
7.4.3 8255 可编程并行 I/O 扩展接口	(184)
习题与思考题	(191)
 8 接口技术	
8.1 单片机键盘接口技术	(193)
8.1.1 非编码键盘的分类	(194)
8.1.2 键盘处理过程	(194)
8.1.3 键盘接口及键盘扫描子程序设计	(198)
8.1.4 键盘扫描控制方式	(200)
8.2 单片机 LED 显示器接口技术	(201)
8.2.1 LED 显示器	(202)
8.2.2 8155 作 LED 显示器接口及显示程序	(205)
8.2.3 时钟显示接口电路	(206)
8.3 打印机接口	(208)
8.3.1 TP μ P-40A 主要技术性能和接口要求	(208)
8.3.2 字符及打印命令	(209)
8.3.3 TP μ P-16A/40A 与 MCS-51 单片机接口	(210)
8.3.4 打印程序实例	(210)
8.4 单片机与数/模转换器接口	(212)

8.5 A/D 转换器及接口	(220)
8.5.1 多路开关	(221)
8.5.2 采样/保持器	(224)
8.5.3 典型 A/D 转换器及接口	(228)
习题与思考题	(235)
 9 MCS-51 的串行通信	
9.1 串行通信概述	(236)
9.1.1 串行通信的分类	(237)
9.1.2 串行通信的通信方向	(238)
9.1.3 异步串行通信的信号形式	(239)
9.2 MCS-51 的串行接口	(239)
9.2.1 串行口结构与基本工作原理	(239)
9.2.2 串行口的工作方式	(242)
9.2.3 波特率设计	(244)
9.3 MCS-51 串行口的应用	(245)
9.3.1 方式 0 的应用	(245)
9.3.2 方式 1 的应用	(247)
9.3.3 方式 2 的应用	(250)
9.3.4 方式 3 的应用	(252)
9.3.5 多机通信原理	(254)
习题与思考题	(255)
 10 单片机应用系统的开发设计	
10.1 单片机应用系统的设计步骤	(257)
10.1.1 方案论证及确定	(257)
10.1.2 硬件设计	(259)
10.1.3 软件设计	(261)
10.1.4 调试运行	(265)
10.2 MCS-51 开发装置	(267)
10.2.1 开发机的组成	(267)
10.2.2 单片机开发系统的功能	(269)
10.2.3 典型的单片机开发系统	(271)
10.3 单片机控制系统实例	(275)
习题与思考题	(282)
 11 常用单片机介绍	
11.1 ATMEL 公司 89C1051 单片机性能与结构	(283)
11.2 MC6805 单片机的性能及结构	(287)

11.3 μ PD7811 单片机的性能及结构	(289)
11.4 Z8 单片机的性能及结构	(291)
11.5 COP800 单片机的性能与结构	(293)
习题与思考题	(295)

附录

A 实验指导	(296)
A1 传送类指令练习实验	(296)
A2 算术及逻辑运算指令练习实验	(298)
A3 其他指令功能练习实验	(300)
A4 分支程序和循环程序实验	(301)
A5 查表程序和显示程序实验	(302)
A6 中断及定时器实验	(303)
A7 数据存储器扩展实验	(304)
A8 8155 接口扩展实验	(304)
A9 键盘设计实验	(305)
B MCS-51 单片机指令表	(305)
C ASCII(美国标准信息交换码)表	(312)
参考文献	(313)

1 绪 论

1.1 微型计算机概述

1.1.1 微型机发展概况

计算机的发展经历了从电子管、晶体管、集成电路到大规模集成电路共四个发展阶段,即所谓第一代计算机,第二代计算机,第三代计算机和第四代计算机。

微型计算机是大规模集成电路技术发展的直接产物,因此它属于第四代计算机。自从 1971 年微型机问世以来,随着大规模集成电路技术的不断发展,微型机主要向两个方向发展:

一个方向是向高速度、大容量、多媒体的高档方向发展:1971—1973 年是 4 位机与低档 8 位机,其代表产品为 Intel 公司的 4004 和 8008;1973—1988 年为中高档 8 位机,典型产品是 Intel8080/8085、MC6800、MC6809、Z80 等;1978—1981 年是 16 位机,代表产品是 Intel8086、Z8000、MC68000;1981—1993 后是 32 位机,代表产品为 Intel80386、MC32、MC68020 等;1993 年至今,其代表产品是 Intel80586、PII 等。最新型微机的基本性能相当于高档小型、中型计算机的水平,随着计算机网络的发展,其基本功能和应用正在向更高层次扩展。另一方面是向稳定可靠、体积小、功耗低、价格廉方向发展。在 20 世纪 70 年代中期,出现了以一个大规模集成电路为主组成的微型计算机——单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机。由于单片机面向控制,特别适合于控制型应用领域,因而又名为微控制器(Microcontroller)。

单片机的发展可分为三个阶段:第一阶段(1974—1976)为单片机的初级阶段,单片机采用双片形式,其代表为仙童公司的 F8 + 3851 微型机;第二阶段(1976—1978)为低性能单片机阶段,单片机由一块芯片构成,但性能低、品种少,其典型产品为 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机;第三阶段(1979—至今)为高性能单片机发展阶段,出现了很多新型单片机,如 MCS-51 系列、MC6805 系列、COP800 系列以及以后的 16 位单片机和 32 位高性能单片机。

1.1.2 微型计算机应用

由于微型计算机具有体积小、重量轻、价格低、可靠性高、耗电少和灵活机动等许多优点,因此它的应用范围很广,应用前景十分美好。迄今为至,微型计算机不仅在工业、农业、国防、科学技术和国民经济各个领域发挥了巨大作用,而且在日常生活中也日益显示出它的强大生命力。归纳起来微机应用,主要有以下几方面:

1) 科学计算

在许多科技部门和工程设计单位,常常需要进行大量的数值计算,这些数值计算问题用人工方法是无法完成的,通常都要借助于价格昂贵的大、中型甚至巨型计算机才能完成。例如:18世纪英国数学家商克斯花了20年时间才把圆周率计算到小数点后707位,但在今天的大型机上仅用了6.8小时就使它超过了800万位小数。

今天,微型计算机的某些性能已经达到大、中型计算机的水平,并正在向巨型机方向迈进,而造价却比它们低得多。因此,采用微型计算机进行科学计算是最理想的选择。

2) 数据处理和信息管理

数据处理通常是指计算机对实时采集的和人工送入的大量数据进行加工处理、转换分析、反馈控制、显示打印和远距离传送的过程。这在航空、航天、邮电通信、军事科学和工业控制中的应用十分广泛,如地面卫星接收系统、防空警戒雷达系统、导弹和反导弹控制系统以及工矿实时控制系统,等等。

信息管理是指计算机对人工输入的信息的历史和信息进行分类检索、查找统计、绘图制表和输出打印的过程。信息管理在信息管理系统中进行。信息管理系统可以是单个的高档微型计算机,也可以是一种不同类型的计算机网络系统,如飞机订票系统、情报检索系统、气象预报系统、办公自动化系统、电子邮件系统和银行信贷系统等。

3) CAD、CAM、CAA 和 CAI 中的应用

CAD(Computer-Aided Design)的中文含义是计算机辅助设计,是指工程设计人员借助于计算机进行新产品开发和设计的过程。CAM(Computer-Aided Manufacturing)为计算机辅助制造,是指借助计算机来进行从毛坯到产品的制造过程。CAA(Computer Aided Assemble)为计算机辅助装配,是计算机自动把零件装配成部件或把部件装配成整机的过程。CAI(Computer-Aided Instruction)为计算机辅助教学,是指教师借助于计算机对学生进行形象化教学或学生借助于计算机进行形象化学习的过程。CAD、CAM、CAA、CAI 都要求有一台高性能的微型计算机或工程工作站微机,其运算速度要快、存储容量要大,并要有相应软件支持。目前,我国的CAD使用已较为普遍,尤其在建筑、造船、机械制造和飞机制造业中使用更为广泛。

4) 过程控制和仪器仪表智能化

微型计算机对生产过程的控制是借助于传感器、A/D和D/A转换器以及执行机构进行的。在闭环过程控制中,过程的实时参数由传感器和A/D转换器实时采集,并由微型计算机自动记录、统计制表和监视报警,然后再通过D/A转换器和执行机构进行调节和控制。微型计算机用于过程控制的情况很普遍,例如高炉炉温的自动控制、化工厂液体流量的自动调节、电力系统自动装置的继电保护和自动化生产线的控制等。在这类应用中,微型计算机是过程控制的核心部件,也是实现工厂自动化FA(Factory Automation)的基础。

所谓仪器仪表智能化,实际上是要把微处理器、存储器和其它集成电路芯片作为元器件安装在仪器仪表中,使仪器仪表按照人的意愿工作。仪器仪表智能化不仅可以使它们体积小、重量轻和精度高,而且可使仪器仪表的功能齐全,应用前景十分诱人。例如:计算机网络中的智能终端、电子工业中用的逻辑分析仪、医用CT扫描仪和医用红外热像仪,等等,都是深受用户欢迎的智能化仪器设备。

5) 军事领域中的应用

微型计算机在军事领域中的应用虽然鲜为人知,但应用是十分广泛的,而且是越来越广泛。在军事上,微型计算机通常可用来帮助指挥和协调作战、进行军事通讯、搜集情报、信息管理,也可以直接用在坦克、火炮、军舰、潜艇、军用飞机、巡航导弹等武器中。

微型计算机在现代军事中具有重要的作用,美国国防部每年都要拨出巨款(1992年为395亿美元)用于军用计算机的研究和开发。在1991年的海湾战争中,以美国为首的多国部队通过军用机器人爆破、排雷获得成功,更加证明了计算机的作用和价值。目前,美国正在加紧部署C³战略——全球坐标网(Global Grid)。全球坐标网使战士和传感器、数据库及指挥中心联系起来,每个行动中的士兵只要携带一个大约1磅重的“士兵计算机系统”就可在士兵与士兵、士兵与指挥部之间进行声音、图像和数据的传送。该“士兵计算机系统”功能齐全,作用超凡,1994年已生产出样机。美国国防部另一最宏伟的目标是要建立一支机器人舰队,该计划打算分三个实施阶段,最终要实现无人指挥的全自动舰艇,舰上机器人指挥官可根据情况制订作战计划并指挥战斗。

6) 多媒体系统和信息高速公路

多媒体系统是一种集声音、动画、文字和图像等多种媒体于同一载体或平台的系统,以实现和外部世界进行多功能和多用途的信息交流。若把多媒体化的PC机挂接到互联网络上,用户便能得到有声有色和图文并茂的屏幕服务。多媒体技术广泛用于工业生产、教育培训、医疗卫生、商业广告和娱乐生活等诸方面。

近几年来,“信息高速公路”的狂潮滚滚而来,美国、日本、西欧以及发展中国家和地区都在争先恐后地计划组织和实施“信息高速公路”的建设。“信息高速公路”是一种能够将人、家庭、学校、机关、团体、商店和图书馆联成一体庞大的计算机系统,是一种集计算机技术、无线电技术、音像处理技术、文件传输和可视通信技术于一体的高新技术系统,目前全世界许多国家都在致力于“信息高速公路”的建设。“信息高速公路”已经在很多领域内发挥作用,对人类生活已产生巨大的影响。它可以使人们通过电信网坐在家中的电脑终端旁进行高效工作,以节省办公用房、缓解交通拥挤和减少城市污染;它可以给人们提供先进的社会服务和消灭城市和乡村之间实际存在的教育质量的差别;它还可以帮助人们把城市的高质量的医疗服务送到偏远的山区等等。总之,“信息高速公路”的建设和发展不仅可以给人们带来巨大的经济效益,而且将像19世纪的铁路和20世纪的电子网络一样,给人类社会带来巨大的冲击和变革。

7) 家用电器和家庭自动化

微处理器在家用电器中应用很普遍,最常见的有微电脑洗衣机、微电脑冰箱、微电脑空调、微电脑音响系统和微电脑电视机等。此外,个人微型计算机、微电脑计时装置和微电脑报警系统等已经进入发达国家的家庭。微电脑盲人阅读机也为盲人提供了极大的方便。

微型计算机进入家庭的另一标志是全功能个人计算机的问世,该产品集收音、电视、电话答录和传真功能于一体,由帕尔德·贝尔(Packard Bell)公司采用Intel 80486芯片制成。此外,美国和西欧通过信息高速公路在家办公的雇员,1997年由原有的60万人猛增到530万人。这充分表明,一个以家用机器人为核心的家庭自动化HA(Home Automation)已为时不远了。

1.2 单片微型计算机概述

1.2.1 单片机的发展趋势

近几年来单片机的发展速度很快,纵观各个系列的单片机产品的特性,我们可以看出单片机正朝着高性能、多品种的方向发展。

1) 单片机性能不断改善

在单片机的内部包含有计算机的基本功能部件:中央处理器 CPU,存储器和输入输出接口电路。给单片机配上适当的外围设备和软件,便可构成一个单片机的应用系统。

(1) CPU 功能增强

单片机内部 CPU 功能的增强集中体现在数据处理速度和精度的提高。如 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机的 CPU 增加了一个布尔处理机,使它的位处理功能特别强,输入输出的速度加快。MCS-96 系列单片机 CPU 字长扩大到 16 位,内部有乘、除法部件,采用流水线结构,数据运算的精度更高、速度更快。许多公司还以现有的 16 位微处理器 MC68000 作为 CPU。

(2) 内部资源增多

单片机性能的提高还体现在它的内部资源增多。内部程序存储器容量可达 32K 字节、数据存储器 RAM 的容量可达 1K 字节,还有可随机读写并且掉电后能保存信息的 E²PROM 存储器。同时还将一些常用的 I/O 接口电路集成到单片机内部,它们包括并行口和串行口、多路 8~10 位 A/D 转换器、定时器/计数器、定时输出和捕捉输入、系统故障监视器、DMA 通道以及 D/A 输出电路等。这样便大大地减少了单片机的外接电路,使大多数单片机应用系统为单片系统,体积小而可靠。

(3) 使用多功能引脚

单片机随着其内部资源的增多,所需的引脚也相应增加。为了减少引脚数量,提高应用的灵活性,单片机中普遍使用多功能引脚,即一个引脚具有几种功能供用户选择。

(4) 寻址范围大

许多高性能的单片机不但内部存储器容量增大了,而且扩大了 CPU 的寻址范围,存储空间达 64K~1M 字节以上,从而也提高了系统的扩展功能。

2) 单片机的种类不断增多

为了适应各个领域的应用需要,单片机的种类日益增多,正向多层次、多品种的纵深方向发展。

(1) 超微型化

单片机的内部一般采用模块式的结构,在内核 CPU 不变的情况下,根据应用目标的不同,增减一定的模块和引脚,就可以得到一个新的产品。于是便出现了一种超微型化的单片机。例如:Motorola 公司的 MC68HC705J2 单片机内部有 8 位 CPU、2K 字节 EPROM、112 字节 RAM、15 位定时器、系统监视器、14 位 I/O 线,其引脚为 20。Philip 公司的 8XC752 单片机,片内有 8 位 CPU、2K 字节 ROM、64 字节 RAM、21 位 I/O 线、16 位定时器、5 路 8 位 A/D,其引脚为 28。这类超微型单片机的体积相当于一个 74 系列器件,价格又低,特别适用

于家电、玩具等领域的应用。

(2) 低功耗和低电压

普遍采用 CHMOS 制造工艺,同时增加软件激发的空闲(等待)方式和掉电(停机)方式,极大地降低了单片机的功耗。例如 80C51BH 单片机的工作电流为 20mA,空闲方式为 5mA,掉电方式时仅 5 μ A。许多单片机的工作电压范围大,能在低压供电时正常工作。例如:MC68HCL05C8 允许工作电压范围为 2.4~5.5V。这种低工作电压和低功耗的单片机能用电池供电,这对于野外作业等领域中的应用具有特殊的意义。

1.2.2 典型的单片机产品

如果根据器件的制造厂商分类,单片机主要有以下几种:美国 Intel、Motorola、Zilog 三个公司的单片机,荷兰的 Philips 公司单片机,德国的 Siemens 公司单片机,日本的 NEC 单片机。

1) Intel 单片机

Intel 公司有 MCS-48、MCS-51 和 MCS-196 这三个系列的单片机。

(1) MCS-48 系列单片机

MCS-48 系列单片机是 Intel 公司于 1976 年推出的 8 位单片机,其典型产品为 8048,它在一个 40 引脚的大规模集成电路内包含有 8 位 CPU、1K 字节 ROM 程序存储器、64 个字节 RAM 数据存储器、一个 13 位的定时器/计数器、27 根输入输出线。MCS-48 的主要单片机及其性能如表 1.1 所示。

表 1.1 MCS-48 单片机特性

型 号	CPU	ROM	RAM	定时器	I/O 线
8050AH	8	4K	256	1	27
8049AH	8	2K	128	1	27
8048AH	8	1K	64	1	27
8040AHL	8	无	256	1	15
8039AHL	8	无	128	1	15
8035AHL	8	无	64	1	15
P8749H	8	2K EPROM	128	1	27
P8748H	8	1K EPROM	64	1	27

(2) MCS-51 系列单片机

Intel 公司于 1980 年推出了 MCS-51 系列单片机,这是一个高性能的 8 位单片机。与 MCS-48 相比,MCS-51 系列单片机无论在片内 RAM、ROM 容量,I/O 的功能,种类和数量还是在系统扩展能力、指令系统功能等方面都有很大加强。

MCS-51 的典型产品为 8051,其内部资源有:

- * 8 位 CPU;
- * 4K 字节 ROM 程序存储器;

- * 128 字节 RAM 数据存储器;
- * 32 根 I/O 线;
- * 两个 16 位的定时器/计数器;
- * 一个全双工异步串行口;
- * 五个中断源,两个中断优先级;
- * 64K 字节程序存储器空间;
- * 64K 字节外部数据存储器空间;
- * 片内振荡器,频率范围为 1.2 ~ 12MHz。

MCS-51 系列的单片机一般采用 HMOS(例如 8051AH)和 CHMOS(例如 80C51BI)两种工艺制造(这两种单片机完全兼容),CHMOS 工艺比较先进,它具有 HMOS 的高速和 CMOS 的低功耗特点。

MCS-51 系列的单片机采用模块式结构,MCS-51 系列中各种加强型单片机都是以 8051 为核心加上一定的新的功能部件后组成的,从而使它们完全兼容。表 1.2 列出了 MCS-51 系列主要产品的功能特性。

表 1.2 MCS-51 单片机特性

	8051	8051 AH	8052 AH	80C51 BH	83C51 FA	83C51 FB	83C51 GA	83C152 JA	—	83C152 JC	—	83C451	83C452
无 ROM 型	8031	8031 AH	8032 AH	80C31 BH	83C51 FA	83C51 FB	83C51 GA	83C152 JA	80C152 JB	83C152 JC	80C152 JD	83C451	83C452
EPROM 型	—	8751 BH	8752 BH	87C51	87C51 FA	87C51 FB	87C51 GA	—	—	—	—	—	87C452 P
ROM 字节	4K	4K	8K	4K	8K	16K	4K	8K	—	8K	—	4K	8K
RAM 字节	128	128	256	128	256	256	128	256	256	256	256	128	256
8 位 I/O 口	4	4	4	4	4	4	4	5	7	5	7	7	5
16 位定时器/计数器	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
可编程计数器阵列(PCA)					✓	✓							
异步串行口(UART)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
串行扩展口(SEP)							✓						
多功能串行口(GSC)								✓	✓	✓	✓		
DMA 通道								2	2	2	2		2
A/D 转换器							8						
中断源/中断向量	6/5	6/5	8/6	6/5	14/7	14/7	8/7	19/11	19/11	19/11	19/11	6/5	9/8
掉电和空闲方式				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓