

单片机原理、接口技术及应用

DANPIANJI
YUANLI
JIEKOUJISHU
JIYINGYONG

宋培义 刘立新 编著

中国广播电视出版社

530278



530278

单片机原理、接口技术及应用

宋培义
刘立新

编著



中国广播电视出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片微机原理、接口技术及应用/宋培义,刘立新编著.

—北京:中国广播电视出版社,1999.1

ISBN 7-5043-3215-1

I. 单… II. ①宋…②刘… III. 单片微型计算机-基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 28814 号

TP368.1

SPY

中国广播电视出版社出版发行

(北京复兴门外大街2号 邮政编码:100866)

河北省高碑店印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 16开 660(千)字 27.5印张

1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷

印数:0001~3000册 定价:42.00元

ISBN7-5043-3215-1/TN·221

内 容 简 介

本书系统地介绍了 8 位单片机 MCS-51 系列和 16 位单片机 8098 的原理和应用技术。首先概述了计算机的组成及工作原理,计算机中的数制和码制,然后系统地介绍了 MCS-51 系列单片机的结构原理、指令系统、汇编语言程序设计、系统扩展及接口技术等内容。在此基础上还较为详细地介绍了 8098 单片机的硬件结构、工作原理及指令系统等内容,为读者进一步深入掌握和应用 16 位单片机打下了基础。最后通过几个应用实例介绍了 8 位及 16 位单片机的设计与开发方法。

本书系统全面,论述深入浅出、重点突出,每章都结合实例加以说明。为便于读者巩固和提高,每章后面都配有一定数量的习题。

本书可作为高等学校非计算机专业微机原理与应用课的教材和参考书,也可供从事单片机开发与应用的工程技术人员参阅。

前 言

自 20 世纪 70 年代以来,由于大规模及超大规模集成电路技术的飞速发展,各式各样的以微处理器为核心的微型计算机系统不断涌现出来,特别是随着单片微机的出现,为其在工业测控、仪器仪表及家用电器等领域的应用增添了新的色彩。

所谓单片机是指在一块芯片上集成了微处理器(CPU)、存储器、并串行输入/输出接口、定时器/计数器和中断控制器等部件,且新型的单片机在一块芯片上集成的内容也越来越丰富,如有的还包括模/数转换器、脉宽调制器及高级语言的编译程序等。单片机的位数也由 4 位、8 位发展成 16 位乃至 32 位。但单片机的发展并不是单纯追求位数的提高,而是考虑测控系统中的实际需要。由于在很多应用领域采用 8 位机就可满足控制的需要,因此在集成度一定的情况下,牺牲一定的位数而增加一些其他部件(如 A/D、D/A 转换,输出驱动等),必然会对应用系统的设计带来极大的方便,并增加系统整体的可靠性。正因为如此,许多生产厂家仍然把 8 位单片机作为其主要生产的芯片之一。随着单片机集成度越来越高,其性能/价格比也越来越好,因此它们在测控等领域的应用也日益普遍和深入。

本书主要介绍在我国使用最为广泛的 8 位单片机 MCS-51 系列及 16 位单片机 8098 的结构、工作原理、指令系统、应用程序设计方法及接口技术等内容,并以 MCS-51 单片机为重点进行介绍。在内容安排上,对单片机内部电路的分析只作简要介绍,重点介绍各个部件的功能和应用,以及为解决各种实际问题所需掌握的接口技术和应用系统实现方法。此外,在介绍单片机的内容时,还注意与微型机的基本原理相结合。

本书共分 17 章。第 1 章是计算机基础知识,概述了计算机的发展,从总体上论述了计算机的组成及工作原理,介绍了数制和码制。第 2 章至第 10 章是 8 位单片机的原理和应用部分,介绍了 MCS-51 单片机的结构和原理、指令系统及汇编语言程序设计、定时器/计数器、中断系统、串行接口等原理;随后系统地介绍了单片机的程序存储器、数据存储器 and I/O 接口的扩展,键盘、显示及打印接口的设计方法,A/D 和 D/A 转换接口技术等应用内容。第 11 章至第 16 章是 16 位单片机部分,在 MCS-51 单片机的基础上,介绍了 8098 单片机的组成结构、指令系统、中断系统、定时器、高速输入/输出部件 HSIO 和串行口等内容。第 17 章是应用系统设计,主要介绍了单片机应用系统的设计方法和应考虑的问题,应用系统开发工具及综合应用举例。

本书是作者在多年教学和科研的基础上编写而成的,既有教学经验的积累,也有科研成果的总结。在内容的安排上系统全面,论述上深入浅出、重点突出、理论联系实际应用。为便于理解和掌握,每章都配有例题和习题。本书可作为高等院校非计算机专业“微机原理及应用”课程的教材或参考书,也可供各类成人教育、培训班及工程技术人员作为培训教材或自学使用。

本书第 1 章至第 8 章和第 10 章由宋培义编写,第 9 章、第 11 章至第 17 章由刘立新编

写。此外,徐军、王磊、倪彦彪、田亮、王旭东参加了书稿的整理工作,王亚军、孙力、张建东、韩胜、张京参加了本书有关程序的检验工作,在此一并表示感谢。由于单片机技术发展迅速,新技术和新产品不断出现,书中内容不可能包罗万象,加之作者水平有限,尽管付出了很大努力,但书中仍难免存在缺点、错误和疏漏,敬请读者批评指正。

作者

1999年1月

目 录

第一章 计算机基础知识	(1)
第一节 计算机发展概述	(1)
一、计算机的发展	(1)
二、微处理器及微型机的发展	(2)
第二节 计算机硬件系统组成及工作原理	(5)
一、计算机硬件系统组成	(5)
二、微型机结构特点	(9)
三、计算机工作原理	(9)
第三节 计算机中数的表示方法及运算	(11)
一、常用数制	(11)
二、数制间的相互转换	(13)
三、原码、反码和补码	(15)
四、数的定点表示和浮点表示	(22)
五、二进制信息编码	(24)
习题一	(26)
第二章 MCS-51 单片机的结构和原理	(29)
第一节 MCS-51 系列单片机简介	(29)
第二节 MCS-51 单片机的结构及引脚功能	(30)
一、MCS-51 单片机的内部结构	(30)
二、MCS-51 单片机引脚功能	(32)
第三节 MCS-51 的存储器结构	(34)
一、程序存储器地址空间	(34)
二、数据存储器地址空间	(35)
三、专用寄存器	(37)
第四节 时钟电路与时序	(41)
一、时钟电路	(41)
二、有关 CPU 时序的概念	(42)
三、CPU 时序	(42)
第五节 并行输入/输出端口结构	(44)
一、P0 口	(44)
二、P1 口	(45)

三、P2 口	(46)
四、P3 口	(47)
五、I/O 口的读-修改-写操作	(47)
六、I/O 口的负载能力	(48)
第六节 单片机的复位	(48)
第七节 低功耗操作方式	(50)
一、HMOS 型单片机的掉电操作方式	(50)
二、CHMOS 型单片机的低功耗工作方式	(50)
习题二	(51)
第三章 MCS-51 指令系统	(53)
第一节 指令格式及寻址方式	(53)
一、指令格式	(53)
二、寻址方式	(54)
三、指令中符号注释	(57)
第二节 MCS-51 指令系统	(58)
一、数据传送类指令	(58)
二、算术运算类指令	(63)
三、逻辑运算类指令	(69)
四、控制转移类指令	(73)
五、布尔变量操作类指令	(78)
习题三	(82)
第四章 汇编语言程序设计	(85)
第一节 概述	(85)
一、程序设计语言及语言处理程序	(85)
二、汇编语言规则	(87)
三、汇编语言程序设计	(90)
第二节 顺序结构程序设计	(90)
第三节 分支结构程序设计	(92)
一、一般的无条件/条件转移程序	(92)
二、散转程序	(94)
第四节 循环结构程序设计	(97)
一、循环程序的结构	(97)
二、循环控制方法	(99)
三、多重循环程序	(101)
第五节 子程序设计	(104)
一、子程序的概念	(104)
二、子程序的调用与返回	(105)
三、主程序与子程序之间的参数传递	(105)
四、子程序及调用举例	(106)

第六节 应用程序设计举例	(107)
一、运算类程序	(107)
二、代码转换类程序	(110)
三、查表程序设计	(113)
习题四	(116)
第五章 定时器/计数器	(118)
第一节 定时器/计数器的结构和功能	(118)
第二节 方式寄存器和控制寄存器	(119)
一、方式选择寄存器 TMOD	(119)
二、控制寄存器 TCON	(120)
第三节 定时器/计数器的工作方式	(120)
一、方式 0	(120)
二、方式 1	(121)
三、方式 2	(121)
四、方式 3	(122)
第四节 定时器/计数器应用举例	(123)
一、定时器/计数器的初始化	(123)
二、方式 0 和方式 1 的应用	(124)
三、方式 2 的应用	(126)
四、门控位 GATE 的应用	(127)
习题五	(129)
第六章 中断系统	(130)
第一节 输入/输出控制方式	(130)
一、程序控制方式	(130)
二、中断控制方式	(131)
三、DMA 方式	(133)
第二节 MCS-51 单片机中断系统	(135)
一、中断源及中断请求标志	(136)
二、中断控制	(138)
三、中断处理过程	(139)
第三节 外中断源的扩展	(141)
一、利用定时器/计数器扩充外中断源	(142)
二、用中断和查询结合法扩充外中断源	(142)
第四节 中断系统的应用	(143)
习题六	(148)
第七章 串行接口	(149)
第一节 串行通信概述	(149)
第二节 MCS-51 单片机串行口结构及控制寄存器	(152)
一、MCS-51 串行口的结构	(152)

二、串行口控制寄存器 SCON	(152)
三、专用寄存器 PCON	(153)
第三节 MCS-51 串行口的工作方式	(154)
一、方式 0	(154)
二、方式 1	(155)
三、方式 2 和方式 3	(155)
四、波特率设计	(157)
第四节 单片机双机通信与多机通信	(159)
一、双机通信	(159)
二、多机通信	(162)
习题七	(167)
第八章 单片机系统扩展	(168)
第一节 单片机的片外总线结构	(168)
第二节 外部程序存储器扩展	(169)
一、外部程序存储器扩展概述	(169)
二、程序存储器的扩展方法	(171)
第三节 外部数据存储器扩展	(177)
一、外部数据存储器扩展概述	(177)
二、数据存储器扩展	(179)
第四节 外部 E²PROM 扩展	(181)
一、E ² PROM 2817A 扩展电路	(181)
二、E ² PROM 2864 扩展电路	(182)
第五节 I/O 接口的扩展	(184)
一、简单的 I/O 接口扩展	(185)
二、可编程并行 I/O 接口芯片的扩展	(186)
三、利用串行口扩展并行 I/O 口	(198)
习题八	(200)
第九章 单片机键盘、显示及微型打印机接口	(202)
第一节 键盘接口原理	(202)
一、键盘工作原理	(202)
二、键盘的控制方式	(203)
第二节 显示器接口原理	(205)
一、LED 显示器结构与工作原理	(206)
二、LCD 显示器接口	(212)
第三节 键盘/显示器接口设计	(234)
一、用 8155 实现键盘/显示器接口	(234)
二、利用串行口实现键盘/显示器接口	(237)
三、用 8279 实现的键盘/显示器接口	(241)
第四节 微型打印机接口	(252)

一、TP μ P-40A 的主要性能及时序	(252)
二、字符代码及打印命令	(253)
三、TP μ P-40A/16A 与单片机的接口	(255)
习题九	(256)
第十章 A/D 和 D/A 转换接口技术	(257)
第一节 模拟量输入通道	(257)
一、模拟量输入通道的构成特点	(257)
二、模拟量输入通道的组成	(257)
第二节 A/D 转换接口技术	(263)
一、A/D 转换硬件设计要考虑的问题	(264)
二、MCS-51 单片机与 8 位 A/D 转换器接口	(267)
三、MCS-51 单片机与 12 位 A/D 转换器接口	(270)
四、数据采集系统举例	(274)
第三节 D/A 转换接口技术	(278)
一、MCS-51 单片机与 AD7520 接口及应用	(279)
二、MCS-51 单片机与 DAC0832 接口	(286)
习题十	(292)
第十一章 8098 单片机组成结构	(294)
第一节 概述	(294)
一、单片机的发展过程	(294)
二、8098 单片机的主要性能特点	(294)
三、8098 与 MCS-51 系列单片机主要性能对比	(296)
第二节 8098 单片机的硬件结构	(297)
一、芯片结构及引脚功能	(297)
二、中央处理器 CPU	(299)
三、存储空间	(301)
四、总线的操作方式	(306)
五、系统复位与掉电保护	(308)
六、I/O 口	(311)
七、8098 的使用环境	(311)
习题十一	(312)
第十二章 8098 单片机指令系统	(313)
第一节 操作数类型	(313)
一、字节型	(313)
二、字型	(313)
三、短整数型	(313)
四、整数型	(314)
五、位型	(314)
六、双字型	(314)

七、长整型	(314)
第二节 寻址方式	(314)
一、寄存器直接寻址	(315)
二、间接寻址	(315)
三、自动增量间接寻址	(315)
四、立即寻址	(315)
五、短变址寻址	(316)
六、长变址寻址	(316)
七、零寄存器寻址	(316)
八、栈指针寄存器寻址	(316)
第三节 程序状态字	(316)
一、中断屏蔽寄存器	(317)
二、条件标志位	(317)
第四节 指令系统概述	(318)
第五节 指令系统详述	(321)
一、算术指令	(322)
二、逻辑指令	(330)
三、数据传送指令	(333)
四、堆栈操作指令	(335)
五、调用与转移类指令	(336)
六、循环控制指令	(340)
七、单寄存器指令	(340)
八、移位指令	(342)
九、专用控制指令	(343)
习题十二	(345)
第十三章 8098 的中断系统	(346)
第一节 8098 的中断源	(346)
第二节 中断控制	(348)
一、跳变信号检测器	(349)
二、中断挂号寄存器	(349)
三、中断屏蔽寄存器	(349)
四、总体中断开关	(350)
五、中断优先级	(350)
第三节 中断响应及中断优先级的改变	(350)
一、响应中断的条件	(350)
二、中断响应过程	(350)
三、中断响应时间	(351)
四、中断优先级的改变	(351)
第四节 中断系统编程举例	(353)

一、编写 8098 中断系统应用程序应注意的问题	(353)
二、编程举例	(354)
习题十三	(356)
第十四章 8098 单片机定时器	(357)
第一节 定时器 T1	(357)
一、定时器 T1 的工作原理	(357)
二、定时器 T1 的使用方法	(357)
第二节 定时器 T2	(359)
一、定时器 T2 的工作原理	(359)
二、定时器 T2 的使用方法	(359)
第三节 监视定时器	(360)
一、监视定时器的工作原理	(360)
二、监视定时器的使用方法	(361)
习题十四	(361)
第十五章 高速输入、输出部件 HSI/O	(362)
第一节 高速输入部件 HSI	(362)
一、HSI 的硬件结构及引脚	(362)
二、与 HSI 有关的寄存器及 FIFO 的运作	(363)
三、HSI 中断	(366)
四、HSI 的使用方法及实例	(366)
第二节 高速输出部件 HSO	(367)
一、HSO 硬件结构及引脚	(367)
二、HSO 的控制	(368)
三、HSO 的中断	(370)
四、软件定时器	(370)
五、HSO 的撤除	(370)
六、定时器 T2 作 HSO 的时基	(370)
七、HSO 的使用方法及实例	(371)
第三节 8098 单片机的 A/D 转换器与 PWM 输出	(373)
一、A/D 转换器	(373)
二、脉冲宽度调制输出 PWM(D/A)	(378)
习题十五	(379)
第十六章 8098 单片机串行口	(381)
第一节 串行口的工作原理	(381)
一、串行口的工作方式	(381)
二、串行口的控制	(382)
第二节 串行口的使用方法及应用举例	(384)
一、串行口的使用方法	(384)
二、编程举例	(385)

习题十六	(387)
第十七章 单片机应用系统设计	(388)
第一节 概述	(388)
一、单片机应用系统设计内容	(388)
二、应用系统设计应考虑的问题	(389)
三、抗干扰设计应考虑的问题	(389)
四、单片机应用系统的开发步骤与方法	(389)
第二节 单片机应用系统开发工具简介	(390)
一、单片机仿真开发器	(390)
二、多功能单片机教学实验系统	(395)
三、模拟调试软件	(397)
第三节 单片机综合应用举例	(398)
一、大功率发射台的单片机控制系统	(398)
二、分布式温度监测系统设计	(403)
三、单片机控制的抢答器/计时器	(420)
习题十七	(426)
参考文献	(427)

第一章 计算机基础知识

第一节 计算机发展概述

一、计算机的发展

电子计算机是人类 20 世纪最重大的发明之一。世界上第一台计算机是在 1946 年 2 月由美国宾夕法尼亚大学的莫奇莱及埃克特等人研制成功的。该机命名为 ENIAC, 是 Electronic Numerical Integration And Computer 的缩写, 意为“电子数值积分计算机”。该机共使用了 18800 多个电子管, 占地 170 平方米, 耗电 150 千瓦, 重达 30 吨, 但它的运行速度却只有 5000 次/秒。

自第一台电子计算机诞生至今的半个多世纪, 计算机获得了突飞猛进的发展。人们依据计算机性能和当时的硬件技术(主要根据所使用的电子器件), 将计算机的发展划分为四代, 目前正向第五代发展。

第一代(1946 年~1957 年)是电子管计算机时代。这一代计算机的主要特点是采用电子管作为逻辑部件, 以水银延时线作为主存, 后期则采用了磁芯存储器, 以磁鼓作为辅助存储器, 数据表示主要是定点数。软件方面确立了程序设计的概念, 使用机器语言编写程序, 尔后又产生了汇编语言。有代表性的计算机是 1946 年美籍匈牙利科学家冯·诺依曼与他的同事们在普林斯顿研究所设计的计算机 IAS。它的设计思想是依据冯·诺依曼提出的存储器程序控制原理。采用该原理后, 计算机的全部运算过程就成为自动处理过程。我们常把按照这一原理设计的计算机称为冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼体系结构对后来计算机的发展产生了深远的影响。

第二代(1958 年~1964 年)是晶体管计算机时代。其主要特点是用晶体管作为逻辑部件, 普遍使用磁芯作为主存储器, 采用磁鼓、磁盘作为辅助存储器。软件方面有了很大发展, 出现了 FORTRAN、ALGOL、COBOL 等各种高级语言, 简化了程序设计, 还建立了程序库和批处理的管理程序。这一代计算机除进行科学计算之外, 在数据处理方面也得到了广泛的应用, 同时开始应用于过程控制。IBM 公司生产的 IBM-7094 和 CDC 公司生产的 CDC-1604 计算机为该时期的代表机型。

第三代(1965 年~1970 年)是集成电路计算机时代。其主要特点是用中、小规模集成电路作为逻辑部件, 开始采用半导体存储器作为主存, 取代了原来的磁芯存储器。在软件方面, 高级语言更普及、标准化了, 在程序设计方法上采用了结构化程序设计, 为研制更加复杂的软件提供了技术上的保证。这一时期操作系统日益成熟且功能逐渐强化, 多道程序、并行处理技术、多处理机、虚拟存储系统以及面向用户的应用软件的发展, 大大丰富了计算机软件资源。这一时期, 除大型机外, 还生产了小型机和超小型机。它们在科学计算、数据处理、过程控制等方面都获得了广泛应用。有代表性的机种是 IBM-360 系列, CDC-6600, CDC-7600

计算机。DEC 公司研制成功的 PDP-8, 又发展成有名的 PDP-11 系列和 VAX-11 系列等小型机。

第四代(1971 年至今)是超大规模集成电路计算机时代。其主要特点是采用大规模、超大规模集成电路作为主要功能部件, 使计算机的体积、成本、重量等均大幅度降低, 并出现了以微处理器为核心的微型计算机。作为主存的半导体存储器, 其集成度越来越高、容量越来越大; 外存储器除广泛使用软、硬磁盘外, 还引进了光盘。软件方面, 发展了数据库系统、网络操作系统等, 各种实用软件层出不穷, 极大地方便了用户。输入/输出设备方面, 出现了光学字符阅读器和条形码输入设备; 输出设备采用了喷墨打印机、激光打印机; 彩色显示器的分辨率达到 1024×768 , 更高的还有 1280×1024 等。当今, 计算机网络已获得普遍应用, 多媒体技术在软、硬件方面都有了很大发展, 并在许多领域得到了应用。

自 80 年代开始, 美国、日本等发达国家都宣布开始新一代(第五代)计算机的研究。目前, 这种研究正在加紧进行之中。第五代计算机主要着眼于机器的智能化, 它以知识库为基础, 采用智能接口, 能理解人类自然语言, 能进行逻辑推理, 完成判断和决策任务。毫无疑问, 随着超大规模集成电路的发展以及新的计算机体系结构和软件技术的发展, 第五代计算机将是完全新型的一代计算机。

各代计算机的主要指标和代表机种见表 1-1。

表 1-1 各代计算机的比较

	第一代 (1946 年~1957 年)	第二代 (1958 年~1964 年)	第三代 (1965 年~1970 年)	第四代 (1971 年至今)
电子器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
主存储器	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓	磁芯、磁鼓、半导体存储器	半导体存储器
辅助存储器	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁盘、光盘
处理方式	机器语言 汇编语言	监控程序 作业批量连续处理 高级语言编译	多道程序 实时处理	实时、分时处理 网络操作系统
运算速度	5 千~3 万次/秒	几十万~百万次/秒	百万~几百万次/秒	几百万~几亿次/秒
代表机种	IAS UNIVAC-I EDVAC IBM705	IBM7000 系列 CDC1604	IBM360 PDP11 CDC6600	IBM4300 系列 VAX11 IBM PC

二、微处理器及微型机的发展

微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的。微处理(Microprocessor)是指由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理器(CPU, 即通常所指的运算器和控制器), 以及

时钟脉冲发生器和系统控制器。

微型计算机(Microcomputer)是指以微处理器为核心,配上内存储器(包括随机存储器RAM和只读存储器ROM)、输入/输出接口电路及其它相应的电路而构成的裸机。

微型计算机系统(Microcomputer System)是指以微型计算机为核心,配以相应的外围设备(如显示器、打印机、磁带和磁盘机等)及其辅助电路、电源、机架以及系统软件和应用软件而构成的系统。

微处理器和微型计算机自1971年问世以来,在仅20多年的时间里得到了异乎寻常的发展,大约每2~4年就更新换代一次。至今已经历了四代演变,并进入了第五代。通常我们按CPU的字长和功能来划分各代微机的产品。

第一代(1971年~1973年)——4位或8位低档微处理器和微型计算机。

典型产品以美国Intel公司首先制成的4004微处理器(集成度为1200个晶体管/片)以及由它组成的MCS-4微型计算机。随后该公司又制成了8008微处理器(集成度为2000个晶体管/片)和由它组成的MCS-8微型机。第一代产品采用了PMOS工艺,基本指令执行时间为10~20 μ s,字长4位或8位,指令系统比较简单,运算功能较差,速度较慢,但价格低廉。软件主要采用机器语言或简单的汇编语言。

第二代(1973年~1978年)——8位中档微处理器和微型机。

1973年~1975年为典型的第二代,以Intel公司的8080(集成度为4900个晶体管/片)和Motorola公司的MC6800(集成度为6800个晶体管/片)为代表产品。其特点是采用NMOS工艺,集成度比第一代产品提高了1~2倍,基本指令执行时间约为1~2 μ s,指令系统比较完善,寻址能力有所增强。

1976年~1978年为高档的8位微型计算机和8位单片微型计算机阶段,称之为第二代半。高档8位微处理器以美国Zilog公司的Z80(集成度约为10000个晶体管/片)和Intel公司的8085(集成度约为9000个晶体管/片)为代表,集成度和运算速度都比典型的第二代提高了一倍以上。在MC6800的基础上,Motorola公司后来又制成了MC6809。和第二代相比,虽然字长仍为8位,但第二代半产品的性能却有了很大提高,尤以性能/价格比高而获得了广阔的销路。它们主要应用于自动控制、智能仪器仪表等方面。在这期间,8位单片微型计算机开始出现并获得迅速发展,以Intel公司的8048/8748(集成度为9000个晶体管/片)和Motorola公司的MC6810等为典型产品。近些年来,单片微型计算机的发展更新更快,如Intel公司的8751单片机上包括中央处理器(CPU)、4KB的EPROM、256字节的RAM、4个8位I/O端口、两个16位定时器/计数器、高速全双工串行I/O口和两级外部中断,其基本指令执行时间为1 μ s。一些性能较高的单片微机,除本身已是完整的微型机外,还包括A/D转换器、脉宽调制器以及高级语言的编译程序等。它们具有广阔的发展前景及很好的应用价值。

总的说来,第二代微型机的特点是采用NMOS工艺,集成度提高1~4倍,运算速度提高10~15倍,基本指令执行时间约为1~2 μ s,指令系统比较完善,已具有典型的计算机体系结构以及中断、DMA等控制功能。软件方面除采用汇编语言外,还配有BASIC、FORTRAN、PL/1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,如CP/M(Control Program/Monitor)操作系统,它适用于8080A/8085A/Z80和6502为CPU、带有磁盘和各种外设的微型计算机系统。