



普通高等教育规划教材

# 单片机原理 与应用

王迎旭 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

# 单片机原理与应用

主 编 王迎旭

副主编 韩志军

田鸿发

参 编 夏永明

姚 云

吴远网

主 审 刘国荣



机械工业出版社

本书以 MCS-51 系列以及派生系列单片机芯片为主介绍单片机的原理与应用,从应用的角度出发,对单片机的硬件结构、工作原理、指令系统作简明扼要的介绍,对程序设计方法、系统扩展、接口电路的设计、应用系统和程序的设计方法作了详细的介绍。编写内容突出了单片机的 I/O 口的位操作功能和串行接口的应用。

全书分为九章,主要内容包括:绪论, MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理, MCS-51 单片机的指令系统与程序设计方法, MCS-51 单片机的定时/计数器及其应用, MCS-51 单片机的串行接口, 单片机系统的扩展, 单片机应用系统接口技术, 数/模与模/数转换电路(包括并行和串行 A/D、D/A 芯片的应用), 单片机应用系统的设计, 并通过较完整的实例对单片机应用系统的设计方法和步骤作了详细的介绍。

本书既可用作高等工科院校自动化、电气工程及其自动化、计算机应用、电子信息工程以及机电一体化等电气类专业的教学用书, 亦可供从事单片机应用与产品开发等工作的有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/王迎旭主编. —北京:机械工业出版社, 2004.7  
普通高等教育规划教材  
ISBN 7-111-14591-7

I. 单… II. 王… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 052302 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑:王保家 苏颖杰  
责任编辑:苏颖杰 版式设计:冉晓华 责任校对:张莉娟  
封面设计:姚毅 责任印制:闫焱  
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
2004 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷  
787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·17.25 印张·421 千字  
定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646  
封面无防伪标均为盗版

# 普通高等教育应用型人才培养规划教材编审委员会

主任：刘国荣 湖南工程学院  
副主任：左健民 南京工程学院  
陈力华 上海工程技术大学  
鲍 泓 北京联合大学  
王文斌 机械工业出版社

委员：(按姓氏笔画排序)

刘向东 华北航天工业学院  
任淑淳 上海应用技术学院  
何一鸣 常州工学院  
陈文哲 福建工程学院  
陈 峻 扬州大学  
苏 群 黑龙江工程学院  
娄炳林 湖南工程学院  
梁景凯 哈尔滨工业大学(威海)  
童幸生 江汉大学

## 自动化专业分委员会

主 任：刘国荣 湖南工程学院

副主任：汤天浩 上海海事大学

梁景凯 哈尔滨工业大学（威海）

委 员：（按姓氏笔画排序）

刘启中 上海工程技术大学

刘国繁 湖南工程学院

陈 虹 扬州大学

宋丽蓉 南京工程学院

钱同惠 江汉大学

黄家善 福建工程学院

# 序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据IMD1998年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第36位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于2001年、2002年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是：

1. 保证基础，确保后劲

科技的发展，要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此，从内容安排上，保证学生有较厚实的基础，满足本科教学的基本要求，使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色，强化应用

围绕培养目标，以工程应用为背景，通过理论与工程实际相结合，构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针：知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为：“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上，挑选出最基本的内容、方法及典型应用；“新”指将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容，以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容，并将这些按新的教学系统重新组织；“广”指在保持本学科基本体系下，处理好与相邻以及交叉学科的关系；“用”指注重理论与实际融会贯通，特别是注入工程意识，包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点，合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课（专业基础课、专业课）教材的建设，并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设，力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者，确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验，又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务，以确保教材质量。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国工程应用型人才培养质量的提高，必将产生积极作用，会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光，高瞻远瞩，及时提出并组织编写这套系列教材，他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作，并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件，在此深表衷心感谢！

编委会主任  
湖南工程学院院长

刘国荣教授

# 前 言

本书是根据全国工程应用型本科院校自动化专业的培养目标和“单片机原理与应用”课程的教学大纲要求编写的,是普通高等教育应用型人才培养规划教材。

单片机作为嵌入式微控制器在工业测控系统、智能仪器和家用电器中得到广泛应用。虽然单片机的品种很多,但 MCS-51 系列单片机仍不失为单片机中的主流机型。本书以 MCS-51 系列以及派生系列单片机芯片为主介绍单片机的原理与应用,其特点是由浅入深,注重接口技术和应用。

在本书的编写内容中,融入了编者多年教学、科研实践的经验与应用实例,按照硬件——软件——接口——应用的脉络编写,对单片机的硬件结构、工作原理、指令系统进行了简明扼要的介绍,对程序设计方法、系统扩展、接口电路的设计、应用系统设计方法等作了详细的介绍。编写中突出了单片机的 I/O 口的位操作功能和串行接口的应用,这是 MCS-51 系列单片机的一大特点,也在实际中得到了广泛应用。

全书分为九章,主要内容包括:绪论 MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理, MCS-51 单片机的指令系统与程序设计方法, MCS-51 单片机的定时/计数器及其应用, MCS-51 单片机的串行接口, MCS-51 单片机系统的扩展,单片机应用系统接口技术,数/模与模/数转换电路(包括并行和串行 A/D、D/A 芯片的应用),单片机应用系统的设计等。

本书既可用作高等工科院校自动化、电气工程及其自动化、计算机应用、电子信息工程以及机电一体化等电气类专业教学用书,也可供有关院校师生和有关从事单片机应用与产品开发等工作的工程技术人员参考。

本书由湖南工程学院王迎旭任主编,由南京工程学院韩志军和常州工学院田鸿发任副主编,由湖南工程学院刘国荣教授担任主审。

本书的第一章和第九章由南京工程学院韩志军编写;第二章由扬州大学吴远网编写;第三章由常州工学院田鸿发编写;第五章由吴远网和田鸿发编写;第六章由上海应用技术学院姚云编写;第七章由上海海事大学夏永明编写;第四章、第八章由王迎旭编写;全书由王迎旭负责整理、统稿。

本书在编写过程中得到许多专家和同行的大力支持和热情帮助,他们对本书提出了很多建设性建议和意见,在此一并表示衷心的感谢。

鉴于编者的水平有限,加之新的单片机芯片不断涌现,其应用技术也在不断发展,书中难免有不完善、不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者



# 目 录

|                          |     |  |
|--------------------------|-----|--|
| 序                        |     |  |
| 前言                       |     |  |
| 第一章 绪论                   | 1   |  |
| 第一节 单片机及其发展概述            | 1   |  |
| 第二节 常用单片机系列简介            | 3   |  |
| 第三节 单片机的应用领域             | 7   |  |
| 小结                       | 8   |  |
| 思考题与习题                   | 9   |  |
| 第二章 MCS-51 单片机的硬件结构与工作原理 | 10  |  |
| 第一节 MCS-51 单片机的基本组成      | 10  |  |
| 第二节 并行 I/O 接口            | 14  |  |
| 第三节 MCS-51 单片机的复位        | 17  |  |
| 第四节 存储器组织与操作             | 19  |  |
| 第五节 MCS-51 的中断系统         | 25  |  |
| 小结                       | 30  |  |
| 思考题与习题                   | 30  |  |
| 第三章 MCS-51 单片机的指令系统与程序设计 | 31  |  |
| 第一节 MCS-51 单片机的寻址方式      | 31  |  |
| 第二节 MCS-51 单片机的指令分类      | 33  |  |
| 第三节 程序设计方法               | 45  |  |
| 第四节 应用程序设计举例             | 57  |  |
| 小结                       | 75  |  |
| 思考题与习题                   | 75  |  |
| 第四章 MCS-51 单片机定时/计数器及其应用 | 78  |  |
| 第一节 定时/计数器的结构与工作原理       | 78  |  |
| 第二节 定时/计数器的控制与工作方式       | 79  |  |
| 第三节 定时/计数器的应用            | 83  |  |
| 小结                       | 92  |  |
| 思考题与习题                   | 92  |  |
| 第五章 MCS-51 单片机的串行接口      | 94  |  |
| 第一节 串行通信概述               | 94  |  |
| 第二节 MCS-51 的串行通信接口       | 96  |  |
| 第三节 MCS-51 串行通信接口的工作方式   | 98  |  |
| 第四节 串行口的应用程序设计举例         | 106 |  |
| 小结                       | 117 |  |
| 思考题与习题                   | 117 |  |
| 第六章 MCS-51 单片机的系统扩展      | 119 |  |
| 第一节 单片机系统扩展的一般方法         | 119 |  |
| 第二节 程序存储器的扩展             | 121 |  |
| 第三节 数据存储器的扩展             | 125 |  |
| 第四节 一般 I/O 口的扩展          | 132 |  |
| 小结                       | 140 |  |
| 思考题与习题                   | 140 |  |
| 第七章 单片机应用系统接口技术          | 142 |  |
| 第一节 单片机系统接口技术的基本概念       | 142 |  |
| 第二节 键盘接口技术               | 145 |  |
| 第三节 显示器接口技术              | 153 |  |
| 第四节 LCD 显示器及其接口          | 168 |  |
| 第五节 微型打印机接口              | 176 |  |
| 第六节 单片机与 PC 机通信接口技术      | 185 |  |
| 小结                       | 194 |  |
| 思考题与习题                   | 195 |  |

|                              |     |                          |     |
|------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| <b>第八章 数/模与模/数转换电路</b> ..... | 196 | <b>第四节 提高单片机应用系统可靠性</b>  |     |
| 第一节 D/A 转换器及其接口电路 .....      | 196 | 的措施 .....                | 248 |
| 第二节 A/D 转换器及其接口电路 .....      | 207 | 小结 .....                 | 257 |
| 小结 .....                     | 220 | 思考题与习题 .....             | 257 |
| 思考题与习题 .....                 | 220 | <b>附录</b> .....          | 258 |
| <b>第九章 单片机应用系统的设计</b> .....  | 222 | 附录 A MCS-51 单片机指令表 ..... | 258 |
| 第一节 单片机应用系统的设计概述 .....       | 222 | 附录 B ASCII 码 (美国标准信息交    |     |
| 第二节 单片机应用系统设计举例 .....        | 224 | 换) 表 .....               | 262 |
| 第三节 应用系统调试与运行 .....          | 247 | <b>参考文献</b> .....        | 263 |

# 第一章 绪 论

在近 30 年的时间里,电子计算机的发展经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模集成电路四个阶段,尤其是随着大规模集成电路技术的飞跃发展,20 世纪 70 年代初诞生的微型计算机,使得计算机应用日益广泛。而单片微型计算机的问世,更进一步推动了计算机应用技术的发展,使计算机应用渗透到各行各业,达到了前所未有的普及程度。

本章对单片机的定义、结构特点、单片机的发展历史、单片机家族,以及单片机的应用进行简要介绍,让读者对单片机有个初步了解。

## 第一节 单片机及其发展概述

### 一、微处理器、微机和单片机的概念

微处理器 (Microprocessor),其本身不是计算机,是小型计算机或微型计算机的控制和运算器部分;微型计算机 (Microcomputer),是具有完整运算及控制功能的计算机,它除了包括微处理器外,还包括存储器、输入/输出 (I/O) 接口电路以及输入/输出设备等;单片机 (Single Chip Microcomputer),直译为单片微型计算机,它将 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器、输入/输出 (I/O) 接口电路、中断、串行通信接口等主要计算机部件集成在一块大规模集成电路芯片上,组成单片微型计算机,简称单片机。

虽然单片机的形态只是一块芯片,但是它已具有了微型计算机的组成结构和功能。由于单片机的结构特点,在实际应用中常常将它完全融入应用系统之中,故而有时也将单片机称为嵌入式微控制器 (Embedded Microcontroller)。

### 二、单片机的一般结构及特点

单片机有两种基本结构形式:一种是在通用微型计算机中广泛采用的将程序存储器和数据存储器合用一个存储空间的结构,称为普林斯顿 (Princeton) 结构或称冯·诺依曼结构;另一种是将程序存储器和数据存储器截然分开而分别寻址的结构,称为哈佛 (Harvard) 结构。Intel 公司的 MCS-51 和 80C51 系列单片机采用的是哈佛结构。目前的单片机以采用哈佛结构的较多。

按内部数据总线的宽度,单片机分为 4 位、8 位、16 位及 32 位等。单片机的中央处理器 (CPU) 和通用微处理器基本相同,只是增设了“面向控制”的处理功能,例如位处理、查表、多种跳转、乘除法运算、状态检测、中断处理功能等,增强了控制的实用性和灵活性。

### 三、单片机的发展过程

1976 年 Intel 公司首先推出了 MCS-48 系列单片微型计算机。它以体积小、功能全、价格低等特点,赢得了广泛的应用,为单片机的发展奠定了基础,成为单片机发展进程中的一

个重要阶段。

目前,虽然单片机的品种很多,但其中最具有代表性的是 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机,以及其与之兼容的派生系列芯片。MCS-51 系列单片机虽然仍是 8 位机,但其功能比 MCS-48 有很大的增强,此外还具有品种全、兼容性强、软/硬件资料丰富等特点,因此应用非常广泛,成为继 MCS-48 之后最重要的单片机品种。直到现在 MCS-51 仍不失为单片机中的主流机型。Intel 8 位单片机的发展经历了以下三代:

第一代:以 1976 年推出的 MCS-48 系列为代表的单片机。其主要的技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到一个芯片上,使单片机与通用 CPU 分道扬镳,构成新型工业微控制器,为单片机的进一步发展开辟了成功之路。

第二代:以 MCS-51 的 8051 为代表的单片机,在 MCS-48 系列单片机的基础上推出的新产品。其主要的技术特征是:

1) 扩大了片内存储容量和外部寻址空间。程序存储器和外部数据存储器的寻址都增加为 64KB。其中片内程序存储器 ROM 通常为 4KB,用来存放系统程序、用户的专用程序及固定常数;片内数据存储器 RAM 通常为 256B。

2) 增设了全双工串行 I/O 口。可用于数据的串行接收和发送,为构成串行通信网络提供了方便。

3) 加强了定时器/计数器的功能。2 个定时器/计数器均为 16 位,有 4 种工作方式。

4) 增强了中断系统。设有 2 级中断优先级、5 个中断源,中断优先级可由用户定义。

5) 具有较强的指令寻址和运算等功能,增设了位处理功能。MCS-51 系列单片机有 111 条指令,可分为 5 大类,7 种寻址方式,位操作指令可用于位空间寻址,大大提高了 CPU 的运算与数据处理能力,对于实时逻辑控制处理具有突出的优势。

综上所述,这两代单片机主要的技术特征是:单片机配置了完善的外部并行总线(AB, DB, CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART),规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)的控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统,为发展具有良好兼容性的新一代单片机奠定了基础。

第三代:以 80C51 系列为代表的单片机。80C51 系列单片机是在 MCS-51 的 HMOS 基础上发展起来的,具有 CHMOS 结构,保留了 MCS-51 单片机的所有特性、内部组成,与 MCS-51 基本相同,比 MCS-51 系列集成度高、速度快、功耗低,增加的主要功能有:

1) 两种可以用软件进行选择的低功耗工作方式:空闲方式和掉电方式。87C51 和 89C51 单片机是 80C51 含 EPROM 的产品,这两种单片机有 2 级或 3 级程序存储器保密系统,用于保护 EPROM 中的程序,防止非法复制。

2) 为了完善微控制器的控制功能,便于外部接口电路扩展,增加了单片机芯片间的串行总线,为单片机应用系统设计创造了更加方便的条件。

3) 增加了一些外部接口功能单元,如 A/D、PWM、PCA(可编程计数器阵列)、WDT(监视定时器)、高速 I/O 口、计数器的捕获/比较逻辑和 ISP 等功能模块。飞利浦公司还为 80C51 系列 8XV592 单片机引入了具有较强功能的设备间网络系统总线——CAN(Controller Area Network BUS)等。

这一系列的单片机为外部提供了相当完善的总线结构,为系统的扩展与配置打下了良好的基础,很快就在我国得到广泛的推广应用,无论在教学、工业控制、仪器仪表、信息通

信,还是在交通、航运、家用电器领域,都取得了大量的应用成果。

## 第二节 常用单片机系列简介

Intel 公司的 MCS-51 系列单片机,是目前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 186、386、奔腾等与 PC 机类兼容的高档芯片的开发上,而渐渐放弃了微控制器的生产,以 MCS-51 技术核心为主导的微控制器技术已被 AT-MEL、Philips、三星、华邦等公司所继承,并且在原有基础上又进行了新的开发,从而产生了和 MCS-51 兼容而功能更加强劲的微控制器系列。这些公司都在保持与 8051 单片机兼容的基础上,改善了 8051 的许多特性(如时序特性),如提高了速度、降低了时钟频率、放宽了电源电压的动态范围及降低了产品价格。

### 一、ATMEL 单片机

ATMEL 公司所生产的 ATMEL89 系列单片机(简称 89 系列单片机),就是基于 Intel 公司的 MCS-51 系列而研制的,该公司的技术优势在于 Flash 存储器技术。随着业务的发展,在 20 世纪 90 年代初,ATMEL 公司一跃成为全球最大的 EEPROM 供应商。1994 年,为了介入单片机市场,ATMEL 公司以 EEPROM 技术和 Intel 公司的 80C31 单片机核心技术进行交换,从而取得 80C31 核心的使用权。ATMEL 公司把自身的先进 Flash 存储器技术和 80C31 核心相结合,从而生产出了 Flash 单片机 AT89C51 系列。这是一种内部含 Flash 存储器的特殊单片机。由于它内部含有大容量的 Flash 存储器,所以,在产品开发及生产便携式商品、手提式仪器等方面有着十分广泛的应用,也是目前取代传统的 MCS-51 系列单片机的主流单片机之一。

#### 1. 89 系列单片机的特点

89 系列单片机是以 8031 为内核构成的,它和 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机完全兼容。对于一般用户来说,89 系列单片机存在下列很显著的优点:① 内部含 Flash 存储器;② 和 AT80C51 插座兼容;③ 静态时钟方式;④ 错误编程亦无废品产生;⑤ 可反复进行系统试验。

#### 2. 89 系列单片机的型号

89 系列单片机可分成标准型号、低档型号和高档型号三类。

(1) 标准型单片机 有 AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52 四种型号,是和 MCS-51 系列单片机兼容的。

(2) 低档型单片机 有 AT89C1051 和 AT89C2051 两种型号。它们的 CPU 内核和 AT89C51 是相同的,但是并行 I/O 较少。之所以被称为低档型,主要是因为它的管脚只有 20 个,比标准型的 40 个管脚少一半。AT89C1051 的 Flash 存储器只有 1 KB, RAM 只有 64B,内部不含串行接口,内部的中断响应只有 3 种,保密锁定位只有 2 位;AT89C2051 的 Flash 存储器也只有 2 KB, RAM 只有 128B,保密锁定位有 2 位。这些也是和标准型的 AT89C51 有区别的地方。

(3) 高档型单片机 有 AT89S8252,这是一种可下载的 Flash 单片机。它和 IBM 微机通信进行下载程序是十分方便的。它在标准型的基础上增加了如下功能:

1) 8KB Flash 存储器有可下载功能。下载功能是由 PC 机通过 AT89S8252 的串行外围接口 SPI 执行的;

2) 除了 8KB Flash 存储器之外, 还含有一个 2KB 的 E<sup>2</sup>PROM, 从而提高了存储容量。

3) 有 9 个中断响应的能力。

4) 标准型和低档型所不具有的 SPI 接口。

5) 有 Watchdog 定时器。

6) 有双数据指针。

7) 有从电源下降的中断恢复。

使用方便是 ATME1 公司 89 系列单片机被广泛应用的一个主要因素。一般的 OTP 产品, 一旦错误编程就成了废品, 而 89 系列单片机内部采用了 Flash 存储器, 所以, 错误编程之后仍可以重新编程, 直到正确为止。其次是它可反复进行系统试验。用 89 系列单片机设计的系统, 可以反复进行系统试验, 每次试验可以编入不同的程序, 这样可以保证用户的系统设计达到最优, 而且还可随用户的需要和发展进行修改, 使系统能不断追随用户的最新要求。

## 二、Philips 单片机

荷兰飞利浦 (Philips) 电子公司是国际上生产 MCS-51 兼容单片机种类最多的厂家之一。Philips 公司的单片机都属于 MCS-51 系列兼容的单片机, 型号有上百种。从内部结构看可以划分为两大类: 8 位机与 80C51 兼容系列和 16 位机 XA 系列。Philips 公司的单片机 8 位机的主要产品型号有 P80C××、P87C××和 P89C××系列, 16 位机的主要产品型号有 PXAC××、PXAG××和 PXAS××等。

Philips 公司的 P8XCXX 兼容系列单片机都是在 80C51 的基础上衍生而来的, 并且做了不同程度的改进和增强。其中 P8CX552 单片机除了提供 80C51 的全部功能外, 还增加了很多硬件资源, 例如增加了 I<sup>2</sup>C、CAN 总线接口、A/D 转换单元、PWM 输出等新的功能, 是专为仪器仪表、工业过程控制、汽车发动机与传动控制等实时应用场合而设计的高性能单片机, 且指令系统与 80C51 系列完全兼容。总之, 用户总能在其中找到一款适合自己需要的型号, 使其适合各种不同的应用场合。

Philips 公司的 16 位机 XA 系列单片机是 8 位机的升级产品, 和 80C51 系列在源代码上保持兼容, 即通过简单的变换就可以使原来 80C51 的程序在 XA 单片机中应用。这使用户不必重新学习就可以使用新一代的 16 位单片机。XA 系列单片机除了采用 16 位内核外还增加了不同的功能, 使其应用于不同场合。例如, PXAC37 型号中集成了 CAN2.0B 控制器, 可以在基于现场总线的应用中做主控结点; 在 PXAH40 中集成了 4 个高速 UARTS, 使其更适合于组网应用。

## 三、Maxim-Dallas 单片机

Maxim-Dallas 公司生产的与 MCS-51 系列兼容单片机是在 Dallas 公司原有的单片机产品基础上发展而来的。该公司的单片机主要产品可以分为两大类: 高速单片机和安全单片机。高速单片机的机器周期只包含 1 个时钟周期, 而不是 12 个时钟周期, 指令的执行速度要比 8051 提高很多倍, 主要产品型号有 DS80C×××、DS87C×××、DS89C×××系列和 MAX765×系列。安全单片机的最大特点是使用非易失 RAM (NVRAM) 作程序存储器,

而不是使用 EPROM 或 ROM。因此,可以采用自举程序加载控制器向 NVRAM 的程序加载,用 40 位或 80 位的加密密钥对地址和数据进行加密,使得任何装载到芯片内部的程序或数据都是经过加密处理的,以防止程序和数据被窃取,为增加系统的安全提供了新手段。安全单片机主要产品型号有 DS5 $\times\times\times$ 和 DS225 $\times$ 系列。2002 年 Dallas 公司发布的最新款安全单片机 DS5240 提供了目前等级最高的安全性能。这种单片机采用 4 个时钟机器周期内核,增加了加强型存储器加密逻辑、侵入探测器和片内篡改检测器,一个内部的微型探针屏蔽层可以防止对芯片的篡改,一旦检测到有篡改发生就自动擦除存储器。

总之,Maxim-Dallas 公司的单片机除了具有与 8051 兼容的内核外,片内还增加了新的功能,诸如看门狗定时器、双数据指针、A/D 转换、PWM 输出、PMM、CAN 控制器等。它以 8 位单片机的价格,提供了 16 位机的性能。

#### 四、WinBond 单片机

台湾 WinBond (华邦)公司生产的单片机大致分为五大类:4 位单片机、8 位与 MCS-51 兼容单片机、监控专用单片机、片内集成 Flash 存储器的单片机和电话应用单片机。

其中第二大类与 MCS-51 兼容单片机又分为四个系列:标准系列、宽电压范围系列、Turbo-51 系列和工业温度范围系列。标准系列的型号以 W78 为前缀,主要产品有 W78C32、W78C51D 等;宽电压范围系列的型号以 W78L 为前缀,主要产品有 W78L32、W78L51D 等;Turbo-51 系列是增强型的,型号以 W77 为前缀,主要产品有 W77C32、W77C58、W77C516 等;工业温度范围系列单片机适合于工业温度范围,在型号中以字母“I”为标记,主要型号有 W78IE52、W78IE54、W77IC32、W77IE58。

WinBond (华邦)公司的第三类监控专用单片机,特别适合于监控应用场合,主要产品有 W78C374、W78C378、W78E378。与其他公司的单片机相同,WinBond 兼容单片机也在功能上有很大的加强,即增加了诸如看门狗定时器、双数据指针、A/D 转换、PWM 输出、PMM、掉电复位、I<sup>2</sup>C 和 CAN 总线控制器等。

#### 五、Motorola 单片机

Motorola 生产的 MC6805 系列单片机是具有多种专门用途的单片机大家族,在家用电器及一些专用控制场合中的应用最为广泛。在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08。68HC05 有 30 多个系列,200 多个品种,产量已超过 20 亿片。8 位增强型单片机有 30 多个品种,年产量在 1 亿片以上。16 位机有 10 多个品种。32 位单片机有几十个品种。Motorola 单片机的特点之一是,在同样速度下,所用的时钟频率较 Intel 类单片机低很多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适合于工控领域及恶劣的环境。

#### 六、其他公司的单片机

(1) NEC 单片机 NEC 单片机自成体系,以 8 位单片机 78K 系列产量最高,也有 16 位、32 位单片机。16 位以上单片机采用内部倍频技术,以降低外部时钟频率。有的单片机采用内置操作系统。NEC 的销售策略是着重于服务大客户,并投入相当的技术力量帮助大客户开发产品。

(2) 东芝单片机 东芝单片机的特点是从 4 位机到 64 位机,门类齐全。4 位机在家电

领域仍有较大的市场。8 位机主要有 870 系列、90 系列等。东芝的 32 位单片机采用 MIPS 3000ARISC 的 CPU 结构,面向 VCD、数码相机、图像处理等方面。

(3) Epson 单片机 Epson 公司以擅长制造液晶显示器著称,故 Epson 单片机主要为该公司生产的 LCD 配套。其单片机的特点是 LCD 驱动部分做得特别好,在低电压、低功耗方面也很有特点。目前 0.9 V 供电的单片机已经上市,不久的将来,LCD 显示的手表类单片机将使用 0.5V 供电。

常用 51 系列单片机见表 1-1。

表 1-1 常用 51 系列单片机一览表

| 公 司     | 品 名        | 简 述                                                                                                                                                |
|---------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intel   | 80/87C51BH | MCS-51 CMOS 单片 8 位微控制器,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,5 个中断源,2 个优先级,4KB ROM,128B 片内 RAM                                                                     |
|         | 8031       | MCS-51 CMOS 单片 8 位微控制器,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,5 个中断源,2 个优先级,, 128B 片内 RAM                                                                           |
|         | 8051AH     | MCS-51 NMOS 单片 8 位微控制器,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,5 个中断源,2 个优先级,4KB ROM,256B 片内 RAM                                                                     |
|         | 8052AH     | MCS-51 NMOS 单片 8 位微控制器,32 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,6 个中断源,4 个优先级,8KB ROM,256B 片内 RAM                                                                     |
| Philips | 87C32      | 基于 8051 CMOS 控制器,32 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,7 个中断源,4 个优先级,无片内 ROM,256B 片内 RAM                                                                           |
|         | 80C562     | 基于 8051 CMOS 控制器,8 位 A/D,PWM,48 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,14 个中断源,4 个优先级,无片内 ROM,256B 片内 RAMB                                                             |
|         | 80CE588    | 80C51 8 位控制器,8 路 10 位 A/D,PWM,高速 I/O,双 DPTR,40 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,15 个中断源,4 个优先级,PLL(32kHz),256B 片内 RAM+1024B 附加的 AUX RAM                          |
|         | 87C591     | 基于 8051 CMOS 控制器,片内 CAN(SJA1000 CAN),10 位 ADC,WDT,32 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,15 个中断源,4 个优先级,I <sup>2</sup> C 总线,16KB EPROM,片内 RAM:256B+256B 附加的 AUX RAM |
| Atmel   | 89C51      | 基于 8051 全兼容 CMOS 控制器,3 级程序存储器加密,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,6 个中断源,4KB Flash 存储器,256B 片内 RAM                                                             |
|         | 89C2051    | 基于 8051 全兼容 CMOS 控制器,2 级程序存储器加密,15 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,6 个中断源,2KB Flash 存储器,128B 片内 RAM                                                             |
|         | 89C52      | 基于 8051 全兼容 CMOS 控制器,3 级程序存储器加密,32 条 I/O 引线,3 个定时/计数器,8 个中断源,8KB Flash 存储器,256B 片内 RAM                                                             |
|         | 89S51      | 基于 8051 全兼容 CMOS 控制器,3 级程序存储器加密,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,6 个中断源,4KB Flash 存储器,256B 片内 RAM,可编程看门狗定时器,电源关断标志,SPI 串行接口,ISP                               |
|         | 89LS8252   | 基于 8051 全兼容 CMOS 控制器,3 级程序存储器加密,SPI,WDT,2 个 DPTR,32 条 I/O 引线,2 个定时/计数器,9 个中断源,SPI 串行接口,可编程看门狗定时器,电源关断标志,8KB Flash 存储器,8KB EPROM,256B 片内 RAM,ISP    |



### 第三节 单片机的应用领域

单片机具有集成度高、功能强、可靠性高、体积小、功耗低、使用方便、价格低廉等特点,在各个领域得到了广泛的应用和发展,目前已渗透到人们工作和生活的各个角落,几乎是无处不在。单片机最早是以嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller)的面貌出现的。在嵌入式系统中,它是应用最多的核心器件。在计算机主导工业生产并且日益走进家庭生活的今天,从家用电器、工业控制、医疗仪器到军事应用,到处都有单片机的存在。

#### 一、单片机在智能仪器中的应用

智能仪器在人们心目中的概念是,凡是内部含有单片机的仪器统称为智能仪器。故也有人把智能仪器称为微机化仪器。智能化仪器内部基本上都是用单片机进行信息控制与处理。特别是近年来在市场上出现的数字信号处理器 DSP 是一种速度极高的单片机,它在通信和高速信息处理中起了极大的作用,从而扩展了单片机在智能仪器中的应用。目前,无论在高、中、低档仪器中,还是在一些常规仪器和特种仪器中都大量应用单片机。以单片机为核心组成智能仪表已是一种必然的结构形式。

#### 二、单片机在过程控制中的应用

单片机的一个广泛的应用领域就是过程控制。这包括生产过程中的化工过程、冶金过程、轧钢过程、机械加工过程、塑料成型过程等,以及其他各种各样的控制过程。

单片机在过程控制中应用的特点是以控制理论为基础的系统自动化控制。由于在过程控制中对速度、时间、精度有严格的要求,特别是对过渡过程要求是十分严格,所以一般都有较明确的系统组成结构,有较严谨的数学算法和较复杂的响应过程。

单片机在过程控制中,通常是对一个过程的直接数字控制,也就是 DDC 控制,很少涉及管理。其原因在于单片机的内存容量、速度、字长都有限,一般不能满足管理的要求。单片机在 DDC 控制中有着显著的优点。由于体积小,可以做成体积很小的控制器用于一些体积不大的设备和空间有限的生产过程、控制过程。在现代化的汽车中就有不少的单片机控制器,包括点火控制、节油控制等。单片机具有温度范围宽、抗干扰能力强的特点,故在强电场、强磁场的工业环境中有良好的工作性能,在温度变化范围大的恶劣条件下仍能可靠工作。

在钢铁工业的炼钢、轧钢过程中普遍应用单片机进行过程控制。除此之外,石油化工、化肥、塑料、机械制造、纺织、制糖等生产过程控制也大量应用了单片机。而在航天航空、军事装置、航海、交通设备中,单片机的应用也越来越普遍。

#### 三、单片机与 e-Home

单片机又称为嵌入式微控制器,随着网络技术的发展,家用网络系统 HNS (Home Networked System) 又促进了嵌入式系统的发展。在家用网络系统中,对家用电器提出了“个性化”和“社会化”的要求。所谓“个性化”,就是提高家用电器的智能特点;所谓“社会化”,就是提高家用电器通过网络与其他设备或人进行信息交流的能力。