



远程与继续教育系列教材
YUANCHENG YU JIXU JIAOYU XILIE JIAOCAI

• 电气信息类 •

单片机 原理与应用

DANPIANJI YUANLI YU
YINGYONG

宋 晖 主编
余张国 主审



电子科技大学出版社

单片机

原理与应用

第三版

 清华大学出版社

远程与继续教育系列教材

单片机原理与应用

宋 晖 主编

余张国 主审

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用 / 宋晖主编. —成都:

电子科技大学出版社, 2008.12

(远程与继续教育系列教材)

ISBN 978-7-81114-879-4

I. 单… II. 宋… III. 单片微型计算机—远距离教育—
教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 179982 号

内容提要

MCS-51 系列单片机是学习单片机知识和技术的重要平台, 本书以 MCS-51 系列 AT89S52 单片机为主体, 讲述单片机的基础知识和应用, 包括单片机的硬件系统、指令系统、中断系统、定时器/计数器、串行通信、系统扩展、应用设计等。

本书的特点是强调应用, 注重典型性和代表性, 重视学生工程实践能力的培养。书中讲解了大量的生活中常用的单片机应用实例, 内容力求新颖、全面, 主要目的是让学生尽快学会单片机的使用, 具备构建单片机应用系统的能力。书中所有程序全部在西南科技大学计算机学院自主设计开发的单片机实验系统上编译通过。

本书适用于各类大专院校及培训机构的教材, 也可供各类电子工程、自动化技术人员和计算机爱好者、工程技术人员参考阅读参考。

远程与继续教育系列教材

单片机原理与应用

宋 晖 主编

余张国 主审

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

责任编辑: 江进优

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮件: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 绵阳西南科大三江印务有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 14.75 字数 360 千字

版 次: 2008 年 12 月第一版

印 次: 2008 年 12 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-879-4

定 价: 25.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

远程与继续教育系列教材编审委员会

顾 问 严继昌 万 朴

主 任 朱 强

副主任 王营池

委 员 (按姓氏笔画排序)

文拥军 王 丹 王月明

王汝恒 王俊佳 王基生

王营池 王朝全 卢忠远

刘 捷 刘志勤 朱 丹

朱东鸣 朱建公 朱 强

江进优 何礼果 吴 斌

张克武 李磊民 李燕琼

陈 波 陈晓勇 陈海焱

陈翰林 周红燕 林茂松

范高林 郑 旭 郑剑平

韩永国 廖 斌 蔡 勇

序

在人类文明的历史上,文字与印刷术的出现,曾是人类文明发展史中的两个里程碑,并引发了教育体制与教学模式的两次飞跃,前者将书面语言加入到了以往只能借助口头语言与动作语言的教育活动中,扩展了教育内容与形式,提高了学生的抽象思维与自学能力;后者使纸张印刷的书籍——课本成为知识的主要载体,大大推动了科学文化的传播与教育的普及。20 世纪末,现代网络技术、现代通信技术、现代传媒技术在全球范围内得到了迅速的发展。渗透到人们生活的各个领域,深刻地改变着人们的生活方式,包括学习方式,使教育体制与教学模式产生了前所未有的重大飞跃。在传统教育体制与现代教育体制的冲撞、对抗中“网络教育”应运而生,并日趋成为这个时代创新教育的代言人。网络教育是计算机技术与通信技术相结合的产物,是应国际互联网的发展而出现的一种新的教学模式。网络教育的产生与发展将彻底改变传统教学的模式、内容、手段和方法,最终将导致整个教育思想、教育理论甚至教育体制的根本变革。

随着现代信息技术的日益发达和网络技术的日臻完善,我国高校网络教育也迅速兴起,并取得长足发展。1999 年,国务院批转的教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》明确提出了实施现代远程教育工程的目的和任务是:形成开放式教育网络,构建终身学习体系。2002 年,党的“十六大”明确提出了全面建设小康社会的教育目标是:“形成比较完善的现代国民教育体系”,“构建终身教育体系”,“形成全民学习、终身学习的学习型社会,促进人的全面发展”,为全面建设小康社会提供高素质的人力资源。与传统的国民教育体系相比,现代国民教育体系更加注重体系完善,结构合理,机会公平,区域均衡,注重各级各类教育的相互衔接,正规教育与非正规教育相互沟通,提倡学历本位与能力本位并重,学校教育与社会教育结合。

发展网络教育是一项具有战略性和全局性意义的举措。它的成败直接关系到国家创建学习型社会是否成功,因而决不可等闲视之。在网络教育方面,西方发达国家无疑已走在了世界的前列,积累了大量成熟经验,在这一领域发展的新趋势和相应的新问题也值得我们重视。“他山之石,可以攻玉”,为实现我国教育事业现代化的宏伟目标,现实要求我们,必须在借鉴西方发达国家网络教育经验的基础上,结合我们的实际,走出一条适合我国国情,具有中国特色的网络教育之路。第一,全方位、多角度开放,扩大网络教育的开放程度;第二,调整网络教育的办学结构,实现多层次的人才培养;第三,适应教育体制改革的需要,向受教育者提供全面的素质教育;第四,加强与普通高等教育的交流、合作,实现教育资源的共享;第五,加速网络教育课程和教材体系建设,实现体系化。

从1999年开始至今,我国已有68所高等学校开展了网络教育试点工作,注册学生500万,高校网络教育已经形成一定规模,并且开发使用了大量的多媒体教学资源,逐步形成了网络环境下的教学与管理方式,同时吸引了大量社会资金投入网络教育,促进了高校信息化建设。但是,伴随着网络远程教育的迅猛发展,也出现了一些亟待解决的问题,首先就是网络教材建设滞后问题。

教材建设与管理是保证网络教育质量的重要措施之一,为适应网络教育的教学形式和教学要求,组织编写出版网络教育系列教材就显得十分迫切和重要了。西南科技大学网络教育学院和电子科技大学出版社的领导们为改变目前国内网络教育普遍存在使用普通高等教育所用教材的现状,决定出版一套真正面向全国网络教育学生的系列教材,这是一个非常好的决策。

西南科技大学是较早被教育部批准进行网络教育试点的高校之一,早在1995年就受加拿大国际发展署(CIDA)资助,开展“中国西部远程教育”项目的研究。在6年的项目合作中,西南科技大学先后选派200余名管理人员、教师和网络技术人员赴加进行有关远程教育的管理、教学设计和网络技术支持等方面的培训,这为西南科技大学开展网络教育奠定了坚实的基础。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据电子科技大学出版社和西南科技大学远程与继续教育系列教材编审委员会的决定,以CIDA项目的研究成果和几年来西南科技大学网络教育教学实践的经验总结为基础,编写出具有自己特色的系列教材。同时该系列教材将完全按照网络教育各专业培养方案所设置的公共基础课程和各专业主干课程来编写,这就保证了该套教材可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照西南科技大学远程与继续教育系列教材编审委员会的规划,该套教材包括公共基础、经济与管理、土木建筑、电气信息、法学、机械制造6类共计30余种,涵盖了网络教育各专业的主要公共基础课程和部分主干课程而形成系列,因而可以较好地满足网络教育的教学需要。

我殷切地希望,这套教材能在加强基础、适当降低难度、适应继续教育应用型人才培养、大力引入现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足网络教育需要的优秀教材,别具特色。

按照该套教材编审委员会的计划,这套教材将在2008年年底全部出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心和帮助下,随着这套教材的不断发行、应用和改进,必将促进西南科技大学网络教育质量的进一步提高,推动我国网络教育教学改革的进一步深入。

全国高校现代远程教育协作组秘书长

严建昌

前言

现代计算机技术的发展促进了信息技术的飞速发展,并且逐步走进我们的生活。单片机技术作为计算机技术的一个重要分支,具有体积小、功能多、价格低廉、使用方便和系统设计灵活等优点,广泛应用于工业控制、智能化仪器仪表、家用电器,甚至电子玩具等各个领域。我们日常使用的手机、传真机、打印机、洗衣机、电冰箱、微波炉、汽车引擎、空调机、仪表等都大量使用了单片机。“单片机原理与应用”越来越受到工程技术人员的重视,已经成为工科院校学生的一门必修课程。

网络教育和继续教育的一个特点是分散学习,学生学习的一个主要目的是为了工程应用。本教材的编写主要针对网络教育和继续教育的学生学习的特点,以应用为主,不作过多的理论分析,注重理论与实践的有机结合,使学生能够用较短的时间掌握单片机技术。教材编写的一个特点是原理的讲解尽量做到通俗易懂,并能够和日常生活相联系。在单片机的组成、总线结构、中断、溢出等概念的讲解过程中,我们引入了大量的生活实例,主要目的是帮助读者更好地理解单片机的基本原理。

在过去的三年中,我们开发了360套单片机实验系统,全部投入了本科教学,取得了大量经验,本教材所有的应用实例都是我们设计开发、实践教学过程中的总结。我们在多年从事教学、科研和应用开发取得的成果和经验的基础上,参考大量国内外文献资料和网络资料,结合我们自己的教学实践经验编著了本书。本教材共分九章,第1章到第8章,主要讲解原理;第9章主要面向应用。单片机内容涉及很广,一本教材不可能涵盖所有内容,在应用系统开发过程中,会遇到很多教材中没有的东西,读者可通过网络等各种途径查阅资料。

教材力求突出应用性,所有应用程序的源代码都在我们自主设计开发的实验系统上调试通过。若没有应用,仅靠大量的语言讲解,靠大量的语法规则,读者最后也不能完全吃透原理,最终可能丧失对于本门课程的兴趣。

本书的编写由西南科技大学计算机学院具有丰富的教学、工程经验的教师编写,宋晖任主编,并编写了第1、2、4、5章;第3章由董万利编写;第6章由张蕾编写;第7章由顾娅军编写;第8章由许康编写;第9章由高小明编写。全书由宋晖、顾娅军、史晋芳统稿、本书的编写得到了西南科技大学成教网络学院、计算机学院、电子科技大学出版社的各位领导的大力支持和帮助,在此向他们表示感谢。

全书由西南科技大学信息工程学院余张国主审。编写过程中,陈波、韩永国、林茂松教授对本书提出了许多建议和修改意见,计算机学院实践基地的学生王鯉峰、黄旺、张思军、许国栋等给了我们很大的帮助,在此向他们表示感谢。

由于时间仓促,编写水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,恳请读者及专家赐正。

编 者

2008 年 9 月于西南科技大学

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 计算机的基本结构	1
1.2 计算机的硬件系统	2
1.3 单片机简介	3
1.4 习题	8
第 2 章 AT89S52 单片机系统结构	9
2.1 单片机的组成	9
2.2 单片机中的总线	10
2.3 单片机的指令和指令系统	11
2.4 AT89S52 单片机的外部引脚及功能	11
2.5 AT89S52 单片机的内部结构	14
2.6 单片机的工作时序	30
2.7 单片机的复位电路	32
2.8 习题	34
第 3 章 寻址方式和指令系统	35
3.1 单片机指令系统	35
3.2 寻址方式	37
3.3 指令系统	40
3.4 汇编程序设计	51
3.5 习题	64
第 4 章 AT89S52 单片机中断系统	66
4.1 中断的基本概念	66
4.2 中断控制	70
4.3 AT89S52 单片机中断过程	73
4.4 中断的撤除	76
4.5 多个外部中断源系统设计	77
4.6 中断服务程序应用设计	79
4.7 习题	82
第 5 章 AT89S52 单片机定时器/计数器	83
5.1 定时器/计数器基本原理	83
5.2 定时器/计数器的基本结构及工作原理	85

5.3 AT89S52 单片机定时器/计数器的工作方式	88
5.4 AT89S52 单片机定时器/计数器的应用	92
5.5 习题	99
第 6 章 AT89S52 单片机串行接口	100
6.1 串行通信概述	100
6.2 AT89S52 单片机串行接口	103
6.3 串行接口工作方式	106
6.4 串行接口编程和应用	111
6.5 习题	118
第 7 章 存储器和接口扩展	119
7.1 系统扩展概述	119
7.2 程序存储器扩展	123
7.3 数据存储器扩展	129
7.4 MCS-51 单片机并行 I/O 接口的扩展	132
7.5 习题	143
第 8 章 51 单片机开发平台的使用	145
8.1 Keil 集成开发环境的使用	145
8.2 CS-III 单片机开发板的使用	163
8.3 习题	170
第 9 章 单片机应用设计	171
9.1 子程序设计	171
9.2 宏定义	173
9.3 软件延时子程序的设计	175
9.4 存储器读写程序的设计	178
9.5 八段数码管显示程序	181
9.6 数码管扫描程序设计	186
9.7 秒表程序设计	191
9.8 键盘接口	196
9.9 看门狗程序设计	202
9.10 习题	204
附录 1 ASCII 码表	205
附录 2 MCS-51 指令速查表	206
习题答案	210
参考文献	224

第1章 单片机概述

【教学目的】

单片机在生产 and 生活中具有巨大的应用空间，本章主要讲述单片机的基本结构和发展历程，教材以 MCS-51 系列单片机 AT589S52 为基础讲述单片机的基本原理。

【教学要求】

本章从 MCS-51 系列单片机的基本结构出发，要求理解单片机的一般结构，掌握单片机的基本概念和主要特点，并对单片机的主要应用领域有一定的了解。

【重点难点】

本章重点是计算机的基本结构，难点是单片机内部结构的理解和掌握。

【知识要点】

本章重要知识点是计算机基本结构，单片机的一般结构，单片机发展的四个阶段。

1.1 计算机的基本结构

世界上第一台电子数字式计算机 ENIAC (The Electronic Numerical Intergrator and Computer) 于 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学正式投入运行，它使用了 17 468 个真空电子管和 86 000 个其他电子元件，耗资 100 万美元以上，耗电 174 千瓦，占地 170 平方米，有两个教室那么大，重达 30 吨，每秒钟可进行 5000 次加法运算。虽然它的功能还比不上今天最普通的一台微型计算机，但在当时它已是运算速度的绝对冠军，并且其运算的精确度和准确度也是史无前例的。ENIAC 奠定了电子计算机的发展基础，开辟了一个计算机科学技术的新纪元。

ENIAC 诞生后，1946 年 6 月，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出了重大的改进理论，主要有两点：一是电子计算机应该以二进制为运算基础；二是电子计算机应采用“存储程序”方式工作。冯·诺依曼体系的主要思想包括：

- ①采用二进制代码形式表示信息（数据、指令）；
- ②采用存储程序工作方式（冯·诺依曼思想最核心的概念）；
- ③计算机硬件系统由五大部件（运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备）组成。

这些思想奠定了现代计算机的基本结构，并且开创了程序设计的新时代。冯·诺依曼对计算机界的最大贡献在于“存储程序控制”概念的提出和实现，主要包含以下三个方面的思想：

- (1) 根据任务编制程序

计算机对任务的处理，首先必须设计相应的算法，而算法是通过程序来实现的，程序就是一条条的指令，告诉计算机按照一定的步骤不断地去执行。程序中还应提供需要处理的数据，或者规定计算机在什么时候、什么情况下从输入设备取得数据，或向输出设备输出数据。

(2) 将编制好的程序存储在计算机内部

计算机只能识别二进制文件，也就是一串 0 和 1 的组合。我们编写的程序，不管使用哪种语言，如汇编语言、C 语言、JAVA 等，最终都要编译成二进制代码，也就是机器语言，计算机才能够读懂和识别，才能按照一条条指令去执行。因此，编写好的程序最终将变为指令序列和原始数据，保存在存储器中，提供给计算机执行。

(3) 计算机能够自动、连续地执行程序，并得到需要的结果

存储器就是一个个小房间，并且按照一定的地址进行编号，需要执行的指令和数据都以二进制代码的形式存放在存储器中。计算机开始执行程序，设置一个程序计数器 PC (Program Counter) 指向需要执行的指令或者代码处，每执行一个字节的指令，PC 计数器自动加 1，如果程序需要转移，PC 指向转移地址处，按照转移地址读取后续指令。计算机就是这样能够自动地、连续不断地从存储器中逐条读取指令，并且完成相应操作，直到整个程序执行完毕。

冯·诺依曼的这些理论的提出，解决了计算机运算自动化的问题和速度配合问题，对后来计算机的发展起到了决定性的作用。直至今今天，绝大部分的计算机还是采用冯·诺依曼方式工作。

1.2 计算机的硬件系统

按照冯·诺依曼的计算机结构，整个计算机硬件系统是由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备五大部件组成的，计算机硬件系统结构如图 1-1 所示。

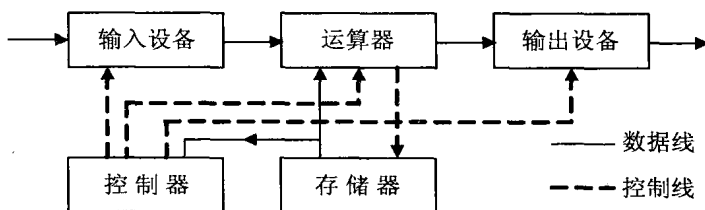


图 1-1 计算机硬件系统结构图

1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元 (Arithmetic Logic Unit, 简称 ALU)。它是计算机对数据进行加工处理的部件，包括算术运算 (加、减、乘、除等) 和逻辑运算 (与、或、非、异或、比较等)。

2. 控制器

控制器负责从存储器中取出指令，并对指令进行译码。根据指令的要求，按时间的先后顺序，负责向其他各部件发出控制信号，保证各部件协调一致地工作，一步一步地完成

各种操作。控制器主要由指令寄存器、译码器、程序计数器、操作控制器等组成。

3. 存储器

存储器是计算机记忆或暂存数据的部件。存储器分为内存储器（内存）和外存储器（外存）两种。计算机中的全部信息，包括原始的输入数据，经过初步加工的中间数据以及最后处理完成的有用信息都存放在存储器中。对输入数据进行加工处理，控制计算机运行的各种程序、指令也都存放在存储器中。

4. 输入设备

输入设备是给计算机输入信息的设备，它是重要的人机接口，负责将输入的信息（包括数据和指令）转换成计算机能识别的二进制代码，送入存储器保存。

5. 输出设备

输出设备是输出计算机处理结果的设备，大多数情况下，它将这些结果转换成便于人们识别的形式。

输入设备和输出设备常常被简称为 I/O 设备。现代计算机可认为是由三大部件组成：CPU、I/O 设备及主存储器 MM，如图 1-2 所示。

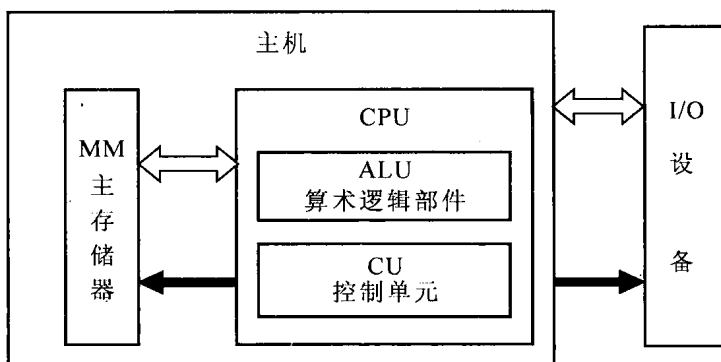


图 1-2 现代计算机的组成框图

现代计算机硬件系统的核心是中央处理器（Central Processing Unit，简称 CPU）。它是采用大规模集成电路工艺制成的芯片，又称微处理器芯片，CPU 的核心是 ALU 和 CU，主要完成数据的运算、处理和控制。

MM（Main Memory）主存储器存放程序和数据，它可直接与 CPU 交换信息。在现代计算机的存储体系中，通常有三级存储体系，高速缓冲存储器（Cache）、MM 主存、外存。三级存储体系的主要作用是不断地提高数据的处理速度，使得最终进入 CPU 的数据速度接近于 ALU 的运算速度。

CPU 与 MM 合起来又可称为主机，I/O 设备也可叫做外部设备。

1.3 单片机简介

随着电子技术的发展，特别是应用技术的飞速发展，计算机逐步向微型化发展。微型计算机就是以微处理器为核心，采用系统总线技术，具备存储能力，通过 I/O 接口和设备与外部交换信息。单片机是单片微型计算机（Single Chip Microcomputer）的简称，特别适合于控制领域，故又称为微控制器 MCU（Micro Control Unit）。它不是完成某一个逻辑

功能的芯片，而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。

随着大规模和超大规模集成电路的出现及其发展，按照冯·诺依曼体系的基本结构，把中央处理器 CPU（Central Processing Unit）、存储器（Memory）、I/O（Input/Output）接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块集成电路芯片上，构成一个芯片级的计算机。一块芯片就成了一台计算机，因为整个系统是在单一芯片上完成的，因此单片机是一种典型的片上系统（System on Chip，简称 SOC）。单片机的内部结构如图 1-3 所示。

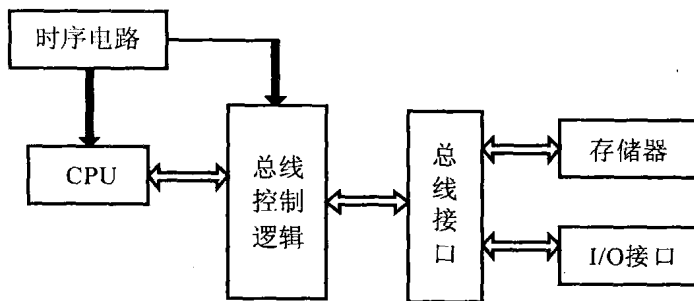


图 1-3 单片机的内部结构

单片机具有体积小、功能全、价格低廉的突出优点，同时其软件也非常丰富，并可将这些软件嵌入到其他产品中，使其他产品具有丰富的智能。单片机在民用和工业测控领域得到最广泛的应用。彩电、冰箱、空调、录像机、VCD、遥控器、游戏机、电饭煲等家用电器都使用了各种型号的单片机，单片机早已深深地融入我们每个人的生活。自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械也都离不开单片机。因此，单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。单片机所具有的这些优点使之问世后得到了迅速的发展，成为现代电子系统中最重要的智能化器件。

1.3.1 单片机技术发展的四个阶段

单片机的发展经历了探索-完善-MCU 化-百花齐放四个阶段。

1. 芯片化探索阶段

20 世纪 70 年代，美国的 Fairchild（仙童）公司首先推出了世界上第一款单片机 F-8。随后 Intel 公司推出了影响更大、应用更广的 MCS-48 单片机系列。MCS-48 单片机系列的推出标志着工业控制领域进入到智能化嵌入式应用的芯片形态计算机的探索阶段。参与这一探索阶段的还有 Motorola、Zilog 和 Ti 等大公司，它们都在此阶段确立了其在 SCMC（Single Chip Micro-Computer）嵌入式应用领域的地位。这就是 SCMC 的诞生年代，单片机一词即由此而来。

这一时期单片机的主要特点是：

- ◆ 嵌入式计算机系统的芯片集成设计；
- ◆ 少资源、无软件，只保证基本控制功能。

2. 结构体系的完善阶段

Intel 在 MCS-48 成功的基础上很快推出了更加完善的、典型的单片机系列 MCS-51。

MCS-51 系列单片机的推出, 标志着 Single Chip Micro-Computer 体系结构的完善。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机的体系结构。

(1) 完善的总线结构

- ◆ 并行总线: 具有 8 位数据总线、16 位地址总线及相应的控制总线;
- ◆ 串行总线: 通信总线, 扩展总线。

(2) 完善的指令系统

- ◆ 具有很强的位处理功能和逻辑控制功能, 以满足工业控制等方面的需要;
- ◆ 功能单元的 SFR (特殊功能寄存器) 集中管理。

(3) 完善的 MCS-51 成为 SCMC 的经典体系结构

在 MCS-51 的内核和体系结构的基础上, 各大单片机公司相继设计开发了各具特色的单片机。

3. 从 SCMC 向 MCU 化过渡阶段

Intel 公司在推出 MCS-51 单片机后, 推出了 MCS-96 单片机, 将一些用于测控系统的模数转换器 (ADC)、程序运行监视器 (WDT)、脉宽调制器 (PWM)、高速 I/O 口纳入片中, 体现了单片机的微控制器特征。

MCS-51 单片机系列向各大电气商广泛扩散, 许多电气商竞相使用 80C51 为核, 将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、可靠性技术应用到单片机中。随着单片机内外围功能电路的增强, 强化了智能控制器特征。微控制器 (Microcontrollers) 成为单片机较为准确表达的名词。其特点是:

- (1) 满足嵌入式应用要求的外围扩展, 如 WDT、PWM、ADC、DAC、高速 I/O 等。
- (2) 众多计算机外围功能集成。
 - ◆ 提供串行扩展总线: SPI、I2C、BUS、Microwire。
 - ◆ 配置现场总线接口: CAN BUS。
- (3) CMOS 化, 提供功耗管理功能。

4. MCU 的百花齐放阶段

单片机逐步工业控制领域中普遍采用智能化控制工具。为满足不同的要求, 出现了一系列高速、大寻址范围、强运算能力和多机通信能力的 8 位、16 位、32 位通用型单片机和专用型单片机, 以及形形色色各具特色的现代单片机。这一时期的特点为:

(1) 电气商、半导体商普遍介入

MCS-48 的成功, 使得许多半导体公司竞相研制和发展自己的单片机系列。世界各地厂商已相继研制出大约 50 个系列 300 多个品种的单片机产品, 较有代表性的有 Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z80 系列, Microchip 公司的 PIC 系列等。

(2) 大力发展专用单片机

通用型与专用型是按某一型号单片机适用范围区分的。通用型单片机不是为某一种专门用途设计的单片机, 专用型单片机是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。

(3) 提高综合品质

根据控制单元设计的方式与采用的技术不同，目前市场上的这些单片机可区分为两大类型：复杂指令集（CISC 架构）和精简指令集（RISC 架构）。复杂指令集结构的特点是指令数量多，寻址方式丰富；而精简指令集具有较少的指令与寻址模式，结构简单，成本较低，执行程序的速度较快，成为单片机的后起之秀。

（4）C 语言的广泛支持

- ◆ 单片机普遍支持 C 语言编程，为后来者学习和应用单片机提供了方便；
- ◆ 高级语言减少了选型障碍，便于程序的优化、升级和交流。

1.3.2 MCS-51 单片机系列

单片机的品种很多，最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR 的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统，为单片机的发展奠定了良好的基础。MCS-51 系列的典型芯片是 80C51，众多的厂商都介入了以 80C51 为代表的 8 位单片机的发展，如 Philips、Siemens（Infineon）、Dallas、ATMEL 等公司，我们把这些公司生产的与 80C51 兼容的单片机统称为 80C51 系列。近年来，80C51 系列又有了许多发展，推出一些新产品，主要是改善单片机的控制功能，如内部集成了高速 I/O 口、ADC、PWM、WDT 等，以及低电压、微功耗、电磁兼容、串行扩展总线、控制网络总线性能等。

（1）ATMEL 公司研制的 89CXX 系列是将 Flash Memory 集成在 80C51 中，作为用户程序存储器，并不改变 80C51 的结构和指令系统。

（2）Philips 公司的 83/87C7XX 系列不改变 80C51 结构、指令系统，省去了并行扩展总线，属于非总线的廉价型单片机，特别适合于家电产品。

（3）Infineon（原 Siemens 半导体）公司推出的 C500 系列单片机在保持与 80C51 兼容的前提下增强了各项性能，尤其是增强了电磁兼容性能，增加了 CAN 总线接口，特别适用于工业控制、汽车电子、通信和家电领域。

鉴于 80C51 系列在硬件方面的广泛性、代表性和先进性以及指令系统的兼容性，初学者可以选择 51 系列单片机作为学习单片机的首选类型，至于其他类型的单片机，在深入学习和掌握了 80C51 单片机之后再去学习已不是什么难事。

1.3.3 单片机的发展趋势

1. 制作工艺 CMOS 化

出于对低功耗的普遍要求，目前各大厂商推出的各类单片机产品都采用了 CHMOS 工艺。80C51 系列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 CHMOS 工艺，即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合，除保持了 HMOS 的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。因此，在这些产品中必须使用 CHMOS 的单片机芯片。