



21st CENTURY
规划教材

面向21世纪高职高专电子通信系列规划教材

COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION, ELECTRONICS AND COMMUNICATION

单片机原理及应用

SINGLE-CHIP MICROCOMPUTERS: PRINCIPLES AND APPLICATIONS

王法能 主编
尹季昆 主审



科学出版社

www.sciencep.com



面向21世纪高职高专电子通信系列规划教材
COURSES FOR VOCATIONAL HIGHER EDUCATION: ELECTRONICS AND COMMUNICATION

单片机原理及应用

王法能 主 编
尹季昆 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

全书共分 11 章, 内容包括: 微型计算机基础知识, 单片机芯片结构, 指令系统, 汇编语言程序设计, 存储器扩展技术, 中断与定时器/计数器, I/O 口扩展与应用, 串行通信, A/D、D/A 转换器接口, 新型单片机芯片简介, 应用系统设计。书末有两个附录, 分别介绍单片机应用实例和 MCS-51 系列单片机指令速查表。本书以大量实例的形式进行分析讲解, 力求通俗易懂。

本书内容全面、思路清晰、概念准确、层次结构分明, 注重知识的内在联系与规律, 实例丰富、讲解详尽、便于自学。

本书既可作为高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校电子类、通信类、机电类及计算机类专业的教学用书, 也可作为单片机技术的培训教材, 同时也可作为广大从事单片机应用开发的科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/王法能主编. —北京: 科学出版社, 2004
(面向 21 世纪高职高专电子通信系列规划教材)

ISBN 7-03-014155-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 082579 号

责任编辑: 万国清 朱凤成/责任校对: 耿耘

责任印制: 吕春珉/封面制作: 飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2004 年 8 月第一次印刷 印张: 15
印数: 1—3 000 字数: 335 000

定价: 21.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(环伟))

面向 21 世纪高职高专规划教材专家委员会

主任 李宗尧

副主任 (按姓氏笔画排序)

丁桂芝 叶小明 张和平 林 鹏

黄 藤 谢培苏

委员 (略)

信息技术系列教材编委会

主任 丁桂芝

副主任 (按姓氏笔画排序)

万金保 方风波 徐 红 鲍 泓

委员 (按姓氏笔画排序)

于晓平	马国光	仁英才	王东红	王正洪
王 玉	王兴宝	王金库	王海春	王爱梅
邓 凯	付百文	史宝会	本柏忠	田 原
申 勇	任益夫	刘成章	刘克敏	刘甫迎
刘经玮	刘海军	刘敏涵	安志远	许殿生
何瑞麟	余少华	吴春英	吴家碚	吴瑞萍
宋士银	宋锦河	张红斌	张环中	张海鹏
张蒲生	张德实	李云程	李文森	李 洛
李德家	杨永生	杨 闯	杨得新	肖石明
肖洪生	陈 愚	周子亮	周云静	胡秀琴
赵从军	赵长旭	赵动庆	郝 梅	唐铸文
徐洪祥	徐晓明	袁德明	郭庚麒	高延武
高爱国	康桂花	戚长政	曹文济	黄小鸥
彭丽英	董振珂	蒋金丹	韩银峰	魏雪英

出版前言

随着世界经济的发展，人们越来越深刻地认识到经济发展需要的人才多元化、多层次的，既需要大批优秀的理论性、研究性的人才，也需要大批应用性人才。然而，我国传统的教育模式主要是培养理论性、研究性的人才。教育界在社会对应用性人才需求的推动下，专门研究了国外应用性人才教育的成功经验，结合国情大力度地改革我国的“高等职业教育”，制定了一系列的方针政策。联合国教科文组织 1997 年公布的教育分类中将这种教育称之为“高等技术与职业教育”，也就是我们通常所说的“高职高专”教育。

我国经济建设需要大批应用性人才，呼唤高职高专教育的崛起和成熟，寄希望于高职高专教育尽快向国家输送高质量的紧缺人才。近几年，高职高专教育发展迅速。目前，各类高职高专学校已占全国高等院校的近 1/2，约有 600 所之多。教育部针对高职高专教育出台的一系列政策和改革方案主要体现在以下几个方面：

- “就业导向”成为高职高专教育的共识。高职高专院校在办学过程中充分考虑市场需求，用“就业导向”的思想制定招生和培养计划。
- 加快“双师型”教师队伍建设。已建立 12 个国家高职高专学生和教师的实训基地。
- 对学生实行“双认证”教育。学历文凭和职业资格“双认证”教育是高职高专教育特色之一。
- 高职高专教育以 2 年学制为主。从学制入手，加快高职高专教学方向的改革，充分办出高职高专教育特色，尽快完成紧缺人才的培养。
- 开展精品专业和精品教材建设。已建立科学的高职高专教育评估体系和评估专家队伍，指导、敦促不同层次、不同类型的学校办出一流的教育。

在教育部关于“高职高专”教育思想和方针指导下，科学出版社积极参与到高职高专教材的建设中去。在组织教材过程中采取了“请进来，走出去”的工作方法，即由教育界的专家、领导和一线的教师，以及企事业从事人力资源工作的人员组成顾问班子，充分分析我国各地区的经济发展、产业结构以及人才需求现状，研究培养国家紧缺人才的关键要素，寻求切实可行的教学方法、手段和途径。

通过研讨认识到，我国幅员辽阔，各地区的产业结构有明显的差异，经济发展也不平衡，各地区对人才的实际需求也有所不同。相应地，对相同专业和相近专业，不同地区的教学单位在培养目标和培养内容上也各有自己的定位。鉴于此，

一线的老师、用人单位交流,掌握了不同地区、不同类型的高职高专院校的教师、学生和教学设施情况,清楚了各学校所设专业的培养目标和办学特点,明确了用人单位的需求条件。各区域编辑对采集的数据进行统计分析,在相互交流的基础上找出各地区、各学校之间的共性和个性,有的放矢地制定选题项目,并进一步向老师、教育管理者征询意见,在获得明确指导性意见后完成“高职高专规划教材”策划及教材的组织工作:

- 第一批“高职高专规划教材”包括三个学科大系:经济管理、信息技术、建筑。
- 第一批“高职高专规划教材”在注意学科建设完整性的同时,十分关注具有区域人才培养特色的教材。
- 第一批“高职高专规划教材”组织过程正值高职高专学制从3年制向2年制转轨,教材编写将其作为考虑因素,要求提示不同学制的讲授内容。
- 第一批“高职高专规划教材”编写强调
 - ◆ 以就业岗位对知识和技能需求下的教材体系的系统性、科学性和实用性。
 - ◆ 教材以实例为先,应用为目的,围绕应用讲理论,取舍适度,不追求理论的完整性。
 - ◆ 提出问题→解决问题→归纳问题的教、学法,培养学生触类旁通的实际工作能力。
 - ◆ 课后作业和练习(或实训)真正具有培养学生实践能力的作用。

在“高职高专规划教材”编委的总体指导下,第一批各科教材基本是由系主任,或从教学一线中遴选的骨干教师执笔撰写。在每本书主编的严格审读及监控下,在各位老师的辛勤编撰下,这套凝聚了所有作者及参与研讨的老师们的经验、智慧和资源,涉及三个大的学科近200种的高职高专教材即将面世。我们希望经过近一年的努力,奉献给读者的这套书是他们渴望已久的适用教材。同时,我们也清醒地认识到,“高职高专”是正在探索中的教育,加之我们的水平和经验有限,教材的选题和编辑出版会存在一些不尽人意的地方,真诚地希望得到老师和学生的批评、建议,以利今后改进,为繁荣我国的高职高专教育不懈努力。

科学出版社

2004年6月1日

前 言

随着计算机技术的高速发展,基于单片机自身的特点,其开发的智能化测控设备和产品正被广泛应用到各个领域,从而促进了生产水平的提高。企业迫切需要大量熟练掌握单片机技术,并能开发、应用和维护管理这些智能化产品的高级工程技术人才。为了适应这一人才培养目标,配合高职高专电子类、通信类、机电类及计算机类等相关专业的专业建设和教材改革的需要,我们编写了这本教材。

本书以单片机的内部和外部资源为主要线索,由浅入深,结合大量的应用实例介绍了我国目前应用较多的 MCS-51 系列单片机应用系统的设计原理及实际应用。全书共 11 章。

第 1 章:微型计算机基础知识,主要介绍了微型计算机的基本组成和工作原理、单片机的历史及发展情况、特点及应用领域,讲述计算机中数据的表示方法及其运算过程。

第 2 章: MCS-51 系列单片机芯片结构。主要介绍了 MCS-51 系列单片机的内部结构、中央处理器、CPU 时序及引脚功能、存储器的结构及 I/O 口。

第 3 章: MCS-51 系列单片机指令系统,主要介绍了 MCS-51 指令系统的寻址方式、使用要点和操作过程,并以图示法加以说明。

第 4 章:汇编语言程序设计,主要介绍三种语法结构。

第 5 章:单片机存储器扩展技术,主要介绍了各种存储器的特点和各种存储器的扩展方法。

第 6 章: MCS-51 系列单片机的中断与定时系统,主要介绍了中断系统的概念、中断源和中断控制、外部中断源的扩展以及中断系统设计中应注意的几个问题。详细介绍定时器/计数器的结构、工作方式,并结合实例介绍了 MCS-51 系列单片机的定时器/计数器在各种工作方式下的硬件设计以及定时器/计数器的扩展应用。

第 7 章:单片机 I/O 口扩展及应用,主要介绍了利用各种常见芯片进行 I/O 口扩展的相关知识及设计方法;详细介绍了 MCS-51 单片机与各种键盘、LED 显示器的接口技术及设计方法。

第 8 章:单片机串行数据通信,主要介绍了 MCS-51 单片机的串行口的功能与结构、工作方式及波特率设置,并结合应用实例分析了串行口使用方法。

第 9 章: A/D 和 D/A 转换器接口,主要介绍了 A/D、D/A 转换原理及常用 A/D、D/A 转换芯片的使用方法。

第 10 章: AT89C2051 Flash 单片机。以 ATMEL 公司生产 8 位单片机 AT89C2051 为例,主要介绍了单片机 AT89C2051 的主要性能、管脚功能以及工作过程。

第 11 章:单片机应用系统设计。它首先介绍了 MCS-51 单片机及应用系统的特点,并介绍了单片机及应用系统设计的方法以及要考虑的各种因素,最后以两个实例具体阐述了单片机及应用系统设计的过程。

本书给出两个附录，其中附录 1 为单片机应用实例，附录 2 为 MCS-51 系列单片机指令速查表，以方便读者查阅。

本书本着“理论够用，突出实用”的宗旨，是专为高职高专培养“技术能手”型学生编写的。与同类书相比，其具有如下特点：

1. 着眼于应用，力求在较短的时间内，使学生掌握单片机的应用技术。
2. 在章节的安排上，注意理论和应用并重。
3. 列举大量实例，使学生能借助基本内容，举一反三，灵活应用。
4. 循序渐进，通俗易懂。

本书既可作为高等职业学校、高等专科学校、成人及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校电子类、机电类及计算机类、通信类专业的教学用书，也可作为从事单片机应用开发的科研人员的参考用书。

本书由王法能任主编，郝丽婷、夏庆军、庞新法、罗庚合、赵军峰、张建华等参加编写。全书由王法能统稿。尹季昆承担了本书的主审工作。杨松龄、张专成对本书提出了许多宝贵意见和建议，在此向编者表示诚挚的谢意。同时对所选用参考文献、参考资料的编著者及对出版本书提供帮助的诸多同志一并致谢。

由于编者水平有限，加上时间仓促，本书难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者

2004 年 6 月

目 录

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 微型计算机的组成及工作原理.....	1
1.1.1 微型计算机中的基本概念.....	2
1.1.2 微型计算机基本结构.....	2
1.1.3 微型计算机的基本工作过程.....	3
1.2 典型单片机产品简介.....	3
1.2.1 MCS-51 系列单片机.....	3
1.2.2 MCS-96 系列单片机.....	5
1.2.3 ATMEL 公司单片机.....	5
1.3 单片机的应用模式.....	6
1.3.1 单片机应用系统的结构.....	6
1.3.2 单片机系统的开发过程.....	7
1.4 单片机的应用.....	7
1.5 数制与编码.....	8
1.5.1 数制的表示.....	8
1.5.2 常用的信息编码.....	11
1.6 计算机数值数据表示与运算.....	14
1.6.1 二进制数在计算机内的表示.....	14
1.6.2 补码的运算.....	16
1.6.3 逻辑运算.....	18
习题.....	19
第 2 章 MCS-51 系列单片机芯片结构	21
2.1 MCS-51 系列单片机的结构原理.....	22
2.1.1 MCS-51 系列单片机逻辑结构.....	22
2.1.2 MCS-51 单片机内部结构.....	22
2.1.3 引脚信号.....	24
2.2 MCS-51 单片机的存储器.....	26
2.2.1 内部数据存储器.....	26
2.2.2 外部数据存储器.....	30
2.2.3 程序存储器.....	31
2.3 MCS-51 单片机输入/输出 (I/O) 口.....	31
2.3.1 P0 口.....	31
2.3.2 P1 口.....	32
2.3.3 P2 口.....	33
2.3.4 P3 口.....	33

2.4	单片机的工作方式	34
2.4.1	复位及复位电路	34
2.4.2	时钟电路和时序	35
2.4.3	单片机的低功耗方式	37
	习题	38
第3章	MCS-51 系列单片机指令系统	40
3.1	MCS-51 系列单片机指令格式	40
3.2	寻址方式	41
3.2.1	立即数寻址	41
3.2.2	直接寻址	42
3.2.3	寄存器寻址	42
3.2.4	寄存器间接寻址方式	43
3.2.5	位寻址	43
3.2.6	基址寄存器加变址寄存器间接寻址	44
3.2.7	相对寻址	44
3.3	指令系统	45
3.3.1	指令分类	45
3.3.2	数据传送类指令	46
3.3.3	算术运算类指令	50
3.3.4	逻辑运算指令	54
3.3.5	控制转移类指令	56
3.3.6	位操作指令	59
	习题	62
第4章	汇编语言程序设计	65
4.1	汇编语言程序设计概述	65
4.1.1	汇编语言程序设计步骤	66
4.1.2	伪指令语句	66
4.2	顺序程序设计	68
4.3	分支程序设计	70
4.4	循环程序设计	73
	习题	80
第5章	单片机存储器扩展技术	82
5.1	存储器系统基本知识	82
5.1.1	存储器的分类	82
5.1.2	存储器的主要性能指标	84
5.2	系统扩展概述	85
5.3	访问外部程序、数据存储器的时序	86
5.3.1	访问外部程序存储器时序	86
5.3.2	访问外部数据存储器时序	87

5.4	存储器扩展的编址技术.....	88
5.4.1	线选法.....	88
5.4.2	译码法.....	89
5.5	程序存储器 (EPROM) 的扩展.....	91
5.6	数据存储器的扩展.....	93
5.6.1	数据存储器的扩展概述.....	93
5.6.2	数据存储器扩展使用的典型芯片.....	93
5.6.3	闪速存储器及其扩展.....	95
	习题.....	97
第 6 章	MCS-51 系列单片机的中断与定时系统.....	99
6.1	中断的基本概念.....	99
6.2	MCS-51 系列单片机的中断系统.....	100
6.2.1	MCS-51 系列单片机的中断源.....	100
6.2.2	中断控制的专用寄存器.....	100
6.2.3	中断初始化与中断控制寄存器状态设置.....	103
6.2.4	中断响应过程.....	103
6.2.5	中断请求的撤销.....	105
6.2.6	MCS-51 系列单片机单步执行工作方式.....	105
6.3	MCS-51 系列单片机的定时器/计数器.....	106
6.3.1	结构.....	106
6.3.2	控制寄存器.....	107
6.3.3	工作方式.....	108
6.4	中断系统的应用举例.....	111
6.4.1	外部中断举例.....	111
6.4.2	定时器举例.....	112
	习题.....	114
第 7 章	单片机 I/O 口扩展及应用.....	116
7.1	I/O 口扩展概述.....	116
7.1.1	I/O 口扩展的原因.....	116
7.1.2	I/O 口的编址技术.....	117
7.1.3	单片机 I/O 传送的方式.....	117
7.2	简单 I/O 口扩展.....	117
7.2.1	简单输入口扩展.....	117
7.2.2	简单输出口扩展.....	119
7.3	8255 可编程通用并行接口芯片.....	120
7.3.1	8255 的外部引脚和内部结构.....	120
7.3.2	8255 的扩展逻辑电路.....	122
7.3.3	8255 的工作方式.....	123
7.3.4	8255 的控制字及初始化程序.....	125

7.3.5	8255 的应用举例.....	126
7.4	8155 可编程通用并行接口芯片.....	129
7.4.1	8155 的外部引脚及内部逻辑结构.....	129
7.4.2	8155 的命令/状态字.....	130
7.4.3	8155 的扩展逻辑电路.....	132
7.4.4	8155 的定时器/计数器.....	133
7.4.5	8155 的初始化.....	134
7.4.6	8155 的应用举例.....	135
习题	140
第 8 章	单片机串行数据通信	142
8.1	串行通信的基础知识.....	142
8.1.1	数据传送.....	142
8.1.2	数据转换.....	143
8.2	MCS-51 系列单片机串行通信的控制寄存器.....	144
8.3	MCS-51 系列单片机串行通信工作方式.....	145
8.3.1	串行工作方式 0.....	146
8.3.2	串行工作方式 1.....	147
8.3.3	串行工作方式 2.....	151
8.3.4	串行工作方式 3.....	152
习题	152
第 9 章	A/D 和 D/A 转换器接口	154
9.1	MCS-51 系列单片机与 D/A 转换器的接口和应用.....	154
9.1.1	典型 D/A 转换器芯片 DAC0832.....	154
9.1.2	DAC0832 工作方式.....	156
9.1.3	单缓冲方式的接口与应用.....	156
9.1.4	双缓冲方式的接口与应用.....	159
9.2	MCS-51 系列单片机与 A/D 转换器的接口和应用.....	160
9.2.1	典型 A/D 转换器芯片 ADC0809.....	160
9.2.2	MCS-51 系列单片机与 ADC0809 的接口.....	162
9.2.3	A/D 转换应用举例.....	164
习题	164
第 10 章	AT89C2051 Flash 单片机	167
10.1	AT89C2051 内部结构与功能.....	167
10.1.1	AT89C2051 主要性能.....	167
10.1.2	AT89C2051 的结构框图.....	168
10.1.3	AT89C2051 的引脚说明.....	169
10.2	振荡器和专用寄存器功能.....	170
10.2.1	振荡器特征.....	170
10.2.2	专用功能寄存器 (SFR).....	170

10.3 指令约束条件和 CPU 的工作方式.....	171
10.3.1 指令约束条件.....	171
10.3.2 程序存储器加密位.....	171
10.3.3 CPU 工作方式.....	172
10.4 对 Flash 存储器的编程.....	173
10.4.1 编程闪速存储器.....	173
10.4.2 编程接口.....	175
习题.....	176
第 11 章 单片机应用系统设计.....	177
11.1 单片机应用系统设计的基本原则.....	177
11.1.1 可靠性.....	178
11.1.2 操作维护方便.....	178
11.1.3 性价比.....	179
11.1.4 设计周期短.....	179
11.2 单片机应用系统的设计方法.....	179
11.2.1 系统总体设计.....	179
11.2.2 硬件设计.....	181
11.2.3 软件设计.....	183
11.2.4 系统总体调试.....	185
11.3 单片机控制的温度采集控制系统.....	190
11.3.1 系统总体设计.....	190
11.3.2 系统硬件设计.....	190
11.3.3 系统软件设计.....	192
11.3.4 系统总体调试.....	196
11.4 数码管时钟电路的设计.....	196
11.4.1 系统设计原理.....	196
11.4.2 系统硬件设计.....	197
11.4.3 系统软件设计.....	197
习题.....	201
附录 1 单片机应用实例.....	202
实例 1 发光灯闪烁设计.....	202
实例 2 交通灯控制设计.....	205
实例 3 小直流电机控制设计.....	208
实例 4 多功能密码锁.....	211
实例 5 用定时器制作“航标灯”.....	215
附录 2 MCS-51 系列单片机.....	218
主要参考文献.....	226

第 1 章 微型计算机基础知识



知识点

- 微型计算机中的基本概念及其基本组成
- 典型的单片机产品系列和 8051 与 80C51 的区别
- 单片机系统的应用结构和开发过程
- 单片机的应用领域
- 数制、编码以及计算机中数据的表示方法



难点

- 微型计算机的组成
- 8051 与 80C51 的区别
- 计算机中数据的表示方法及其运算过程



要求

掌握：

- 微处理器、微机、微机系统的概念
- 典型的单片机产品系列及各系列之间的区别
- 单片机系统的一般开发过程
- 计算机中数据的表示方法及其运算过程

了解：

- 微型计算机的基本工作过程
- ATMEL 公司单片机系列
- 单片机系统的应用方向

1.1 微型计算机的组成及工作原理

微型计算机的出现是电子数字计算机广泛应用到人们日常工作、生活领域中去的一个重大转折点。它已深入应用到非微型计算机所无法应用的领域，对社会产生了极大的影响。单片微型计算机是微型计算机发展中的一个重要分支，它以其独特的结构和性能，越来越广泛地应用到国民经济的各个领域。

1.1.1 微型计算机中的基本概念

首先概要地介绍一下微型计算机中几个基本概念。

1. 微处理器

微处理器 (Microprocessor) 通常指中央处理器, 简称为 CPU。它由算术逻辑运算部件 (ALU)、寄存器、程序计数器、控制器、内部总线等组成。它采用大规模集成电路 (LSI) 和超大规模集成电路 (VLSI) 制作, 具有体积小、功能强等特点。

典型的微处理器有 Intel 公司的 80X86 和 Pentium 系列, Zilog 公司的 Z 系列, Motorola 公司的 M6800 系列, IBM 公司的 PowerPC604 和 PC620, 以及 NEC 公司的 UPD78 系列等。不同类型的 CPU 其特性不尽相同, 如指令系统、运算速度、内部寄存器、存储寻址能力等, 这些特性在微机应用系统设计选型中常常需要考虑到。

2. 微型计算机

微型计算机又简称微机, 从名称上看就是很小的计算机。从结构上分析, 以 CPU 为中心, 再配置上 RAM、ROM、输入/输出接口和总线便构成了微机。微型计算机具有运算、存储和与外部设备进行数据交换等功能, 还可配有适当的外部设备, 如键盘、显示器等。微型计算机的这一灵活的应用特点, 是目前应用最广泛的。概括地说, 微型计算机可分为单片微处理机和通用微型计算机两大类。

(1) 单片微处理机

单片微处理机就是把 CPU、存储器、定时器/计数器和输入/输出接口等部件都集成在一个电路芯片上, 并具备一套功能完善的指令系统, 有的型号的单片微处理机同时还具备数/模和模/数转换等功能部件。通常这些高性能的芯片都能应用在不同场合独立地处理程序, 故简称单片机或单片处理机。

典型的单片处理机有 Intel 公司的 MCS-51、MCS-96 系列, Motorola 公司的 MC68HC11, Rockwell 公司的 65 系列等。有些高性能的单片机还支持高级语言, 它们广泛应用在家用电器、智能化仪器和工业控制等领域。

(2) 通用微型计算机

将不同用途的外设接口设计为独立的适配卡作为微机的接口配件, 在微机内则采取总线插槽的形式, 为外部设备提供总线接口。这样, 在一台基本主机上就可以根据应用的要求, 配置不同用途的外部设备。这种微机被称为通用微型计算机。目前, 微型计算机以个人电脑为代表大多采用这种形式。

3. 微型计算机系统

在通用微型计算机上配上相应的软件系统, 就构成了能适应不同应用要求的微型计算机系统。由此可见, 微机系统构成十分灵活, 对于不同的应用场合几乎没有限制。因此, 在科学计算、企业管理、家庭和娱乐等方面得到了广泛应用。

1.1.2 微型计算机基本结构

为了便于分析微型计算机的基本结构, 我们将一个复杂的微型计算机结构简化成一

个结构模型，然后再将其扩展到实际的微型计算机结构上。

微型计算机的基本组成如图 1.1 所示，它由中央处理器（CPU）、存储器（Memory）、输入输出接口（I/O 接口）和系统总线（BUS）构成。

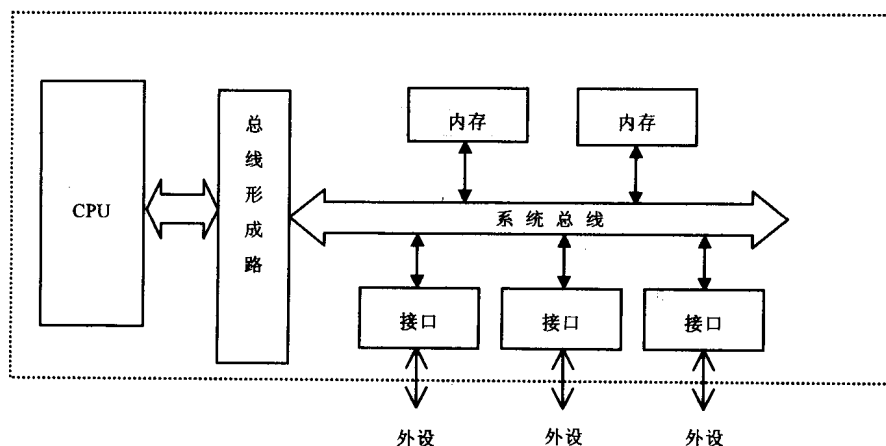


图 1.1 微型计算机的基本组成

1.1.3 微型计算机的基本工作过程

每种型号的 CPU 都有自己的指令系统，每条指令一般由指令操作码（规定指令的操作类型）和操作数（规定指令的操作对象）两部分组成。用户根据要完成的任务预先编好程序，再通过输入设备（如键盘）将程序送入存储器中。微型计算机开始工作后，首先将该程序在存储器中的起始地址送入微处理器中的程序计数器（PC）中，微处理器根据 PC 中的地址值找到对应的存储单元，并取出存放在其中的指令操作码送入微处理器中的指令寄存器（IR）中，由指令译码器（ID）对操作码进行译码，并由微操作控制电路发出相应的微操作控制脉冲序列去取出指令的剩余部分（如果指令的长度大于 1 个字节），同时执行指令赋予的操作功能。在取指过程中，每取出 1 个单元的指令，PC 自动加 1，形成下一个存储单元的地址。以上为一条指令的执行过程，如此不断重复上述过程，直至执行完最后一条指令为止。

综上所述，微型计算机的基本工作过程是执行程序的过程，也就是 CPU 自动从程序存放的第 1 个存储单元起，逐步取出指令、分析指令，并根据指令规定的操作类型和操作对象，执行指令规定的相关操作。如此重复，周而复始，直至执行完程序的所有指令，从而实现程序的基本功能，这就是微型计算机的基本工作原理。

1.2 典型单片机产品简介

1.2.1 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司在 1980 年推出的高性能 8 位单片机，在目前单片机市场中，8 位单片机仍占主导地位。MCS-51 系列单片机以其良好的性能价格比，仍

是目前单片机开发和应用的主流机型。

MCS-51 系列单片机具有多种芯片型号，具体地说，按其内部资源配置的不同，MCS-51 可分为两个子系列和 4 种类型，如表 1.1 所示。按资源的配置数量，MCS-51 系列分为 51 和 52 两个子系列，其中 51 子系列是基本型，而 52 子系列属于增强型，它们以芯片型号的末位数字“1”或“2”作标志。

表 1.1 MCS-51 系列单片机分类

资源配置 子系列	片内 ROM 的形式				片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	定时器与 计数器	中断源
	无	ROM	EPROM	E ² PROM				
8×51 系列	8031	8051	8751	8951	4KB	128B	2×16	5
8×C51 系列	80C31	80C51	87C51	89C51	4KB	128B	2×16	5
8×52 系列	8032	8052	8752	8952	8KB	256B	3×16	6
8×C252 系列	80C232	80C252	87C252	89C252	8KB	256B	3×16	7

52 子系列作为增强型产品，由于资源数量的增加，使芯片的功能也有所增强。例如片内 ROM 的容量从 4KB 增加到 8KB，片内 RAM 单元数从 128B 增加到 256B，定时器/计数器的数目从 2 个增加到 3 个，中断源从 5 个增加到 6 个等。

单片机配置的内部程序存储器（ROM）可分为不含有内部程序存储器（写为“无”或“ROM Less”）、掩膜型只读存储器（写为“ROM”或“Mask ROM”）、紫外线擦除可编程只读存储器（写为“EPROM”或“Otp ROM”）和电擦除可编程只读存储器（写为“E²PROM”或“Flash ROM”）等 4 种类型。

80C51 单片机系列是在 MCS-51 系列的基础上发展起来的。早期的 80C51 只是 MCS-51 系列众多芯片中的一类，但是随着后来的发展，80C51 已经形成独立的系列，并且成为当前 8 位单片机的典型代表。

80C51 与 8051 的比较。首先，80C51 与 8051 完全兼容，这样确保了 8 位单片机 MCS-51 系列的继续发展。其中兼容包括指令、引脚信号、总线等多个方面，指令兼容能保证两者之间不存在指令障碍以维持软件的可移植性，而引脚信号和封装以及总线的兼容则确保两者在系统扩展和接口方面的一致性，有利于系统的开发和应用。

从改进方面看，80C51 的最大改进是在芯片的半导体工艺上。早期的 MCS-51 系列芯片采用 HMOS 工艺，即高密度短沟道 MOS 工艺，而 80C51 芯片则采用 CHMOS 工艺，即互补金属氧化物的 HMOS 工艺。CHMOS 工艺是 COMS 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 COMS 低功耗的特点。例如 8051 芯片的功耗为 630mW，而 80C51 的功耗只有 120mW，这样低的功耗，用一粒纽扣电池就可以工作。低功耗对单片机在便携式、手提式或野外作业的仪器仪表设备上使用十分有利。

从 80C51 在功能增强方面分析，主要在以下几个方面做了增强。首先，为进一步降低功耗，80C51 芯片增加了待机和掉电保护两种工作方式，以保证单片机在掉电情况下能以最低的消耗电流维持。此外，在 80C51 系列芯片中，内部程序存储器除了 ROM 型和 EPROM 型外，还有 E²PROM 型，例如 89C51 就有 4KB E²PROM，并且随着集成技术的提高，80C51 系列片内程序存储器的容量也越来越大，目前已有 64KB 的芯片了。