



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新版

21世纪

高职高专系列教材

# 单片机原理 及接口技术

◎赵佩华 睦碧霞 主编

◎周岳山 主审



提供电子教案和习题解答



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21世纪高职高专系列教材

# 单片机原理及接口技术

赵佩华 睦碧霞 主 编  
孙 飞 黄维翼 参 编  
周岳山 主 审



机械工业出版社

本书以目前使用最广泛的 51 系列单片机为背景,以汇编语言和 C51 两种编程手段,系统地阐述了 MCS—51 系列单片机的基本原理、内部结构、外部接口扩展技术和应用;介绍了嵌入式系统的应用软件和硬件设计的基本方法。每章均有要点和小结,并配有习题。

本书以“够用”和“实用”为准则,注重原理与应用并重,着眼于应用,力求在较短的时间内,使读者掌握单片机的应用技术。在内容安排上,注意由浅入深,条理清晰,通过大量的例子,使读者能举一反三,灵活应用,尽快掌握以单片机为核心的嵌入式系统的开发技术。

本书力图反映单片机领域的新技术,采用汇编语言和 C 语言对照的编程方法,从而可加快开发者的编程速度,提高开发效率,缩短开发周期。

本书可用作高等职业技术学院计算机类或相关专业的教材,也可作为各类工程技术人员的自学参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及接口技术/赵佩华, 眭碧霞主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 3

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 21 世纪高职高专系列教材

ISBN 978-7-111-23139-4

I. 单… II. ①赵…②眭… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校: 技术学校—教材②单片微型计算机—接口—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 (2007) 第 196326 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张 化 版式设计: 冉晓华 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 雷明顿 责任印制: 洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷 (三河市明辉装订厂装订)

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 23.25 印张 · 573 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23139-4

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

## 21 世纪高职高专计算机专业系列教材 编委会成员名单

主 任 周智文  
副 主 任 周岳山 林 东 王协瑞 张福强 陶书中  
          龚小勇 王 泰 李宏达 赵佩华 陈 晴  
委 员 (按姓氏笔画排序)  
          马 伟 马林艺 卫振林 万雅静 王兴宝  
          王德年 尹敬齐 卢 英 史宝会 宁 蒙  
          刘本军 刘新强 刘瑞新 余先锋 张洪斌  
          张 超 杨 莉 陈 宁 汪赵强 赵国玲  
          赵增敏 贾永江 陶 洪 康桂花 曹 毅  
          眭碧霞 鲁 辉 裴有柱  
秘 书 长 胡毓坚

## 出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“21世纪高职高专系列教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多个品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- (1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- (2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- (3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- (4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- (5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

# 前 言

单片机自 20 世纪 70 年代问世以来,作为微型计算机的一个重要分支,应用广泛,发展迅速,对人类社会产生了巨大的影响。可以说,单片机技术的出现给现代工业控制领域带来一次新的技术革命。由于单片机技术在各个领域正得到了越来越广泛的应用,世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机,尤其是美国 Intel 公司生产的 MCS—51 系列单片机,由于其具有集成度高、处量功能强、可靠性好、价格低廉、易于使用等优点,已在我国工业测控应用中得到了广泛的应用,并取得了令人瞩目的成果。所以,在今后若干年内, MCS—51 系列单片机仍是我国单片机应用领域的首选机型。

本教材是我们在多年的“单片机原理及接口技术”课程教学基础上,结合目前单片机的新技术发展和应用而编写的,是教育部国家级“十一五”规划教材。本书以 51 系列单片机为背景,以汇编语言和 C51 二种编程手段,介绍嵌入式系统应用软件、硬件设计的基本方法和基本技术。

全书共分为 11 章。第 1、2 章主要介绍单片机的基本概念, MCS—51 系列单片机的基本结构、组成、存储器配置、并行输入/输出和定时/计数器等,使学生对 MCS—51 系列单片机有一个总体的概念和认识。第 3 章介绍指令系统和汇编语言程序设计,使学生能在掌握基本硬件组成的基础上用软件实现编程。第 4 章介绍单片机中 C 程序设计的一般方法。第 5、6 章介绍单片机的中断系统的组成与应用、串行通信接口及其应用。第 7 章介绍单片机存储系统扩展的一般方法,使学生学会使用单片机的各个基本部件,实现系统扩展功能。第 8、9 章介绍常用外设接口技术、模拟量输入/输出接口技术,使学生学会各种常用外围器件与单片机的接口方法和程序设计。第 10、11 章介绍单片机应用系统设计的一般方法,综合前面所学内容,利用单片机实现各种应用系统的开发。

本书特点:

1) 针对目前广泛应用的单片机机型,着眼于应用,力求在较短的时间内,使读者掌握单片机的应用技术。

2) 在内容安排上,注意由浅入深,以“够用”和“实用”为准则,注重典型,注重原理与应用并重。使读者能重点掌握基本原理、基本分析方法和常用的软硬件设计方法。

3) 本书列举大量实例,使读者能借助于基本内容,举一反三,灵活应用。使读者能尽快掌握以单片机为核心的嵌入式系统的开发技术。

4) 本书力图反映单片机领域的新技术,采用汇编语言和 C 语言对照的编程方法,从而可加快开发者的编程速度,提高开发效率,缩短开发周期。为了发挥两种语言的长处,书中在许多地方均介绍了汇编语言和 C 语言的混合编程方法。对于学过 C 语言的读者,编 C 语言程序是轻而易举的事情。但对没有学过 C 语言的读者,本书在第 4 章对 C 语言的基本语法也做了介绍,从而也可编出高质量的 C 程序。

在教学中,可根据学时数和教学对象安排教学内容。

本书由赵佩华、眭碧霞主编,孙飞、黄维翼参编。赵佩华编写第 2、3、5、8、11 章,

眭碧霞编写第 5、6、7、9 章，孙飞编写第 1、4 章，黄维翼编写第 10 章及附录。全书由上海电子信息职业技术学院周岳山副教授主审。

由于单片机技术发展的日新月异，编者水平有限，书中疏漏不妥之处，敬请批评指正。

为方便教学，本书配有电子教案，需要者可以到机械工业出版社网站 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 上下载。

编 者

# 目 录

## 出版说明

## 前言

<b>第1章 单片机概述</b> .....	1
1.1 单片机的发展及特点 .....	1
1.1.1 单片机的发展概况 .....	1
1.1.2 单片机的特点 .....	2
1.1.3 单片机的一般组成 .....	3
1.1.4 单片机的应用 .....	3
1.1.5 单片机的选用 .....	4
1.2 常用单片机 .....	5
1.2.1 MCS—51 系列 .....	5
1.2.2 MCS—96 系列 .....	6
1.3 小结 .....	7
1.4 习题 .....	7
<b>第2章 MCS—51 系列单片机的系统结构</b> .....	8
2.1 MCS—51 系列单片机的结构 .....	8
2.1.1 MCS—51 系列单片机的内部结构 .....	8
2.1.2 外部引脚功能 .....	9
2.2 MCS—51 的存储器配置 .....	10
2.2.1 程序存储器 .....	11
2.2.2 内部数据存储器 .....	11
2.2.3 特殊功能寄存器 .....	13
2.3 MCS—51 的时序和工作方式 .....	16
2.3.1 振荡器和时钟电路 .....	16
2.3.2 单片机的复位 .....	17
2.3.3 单片机的工作方式 .....	18
2.3.4 CPU 时序 .....	20
2.4 并行输入/输出口 .....	21
2.4.1 P0 口 .....	21
2.4.2 P1 口 .....	22
2.4.3 P2 口 .....	22
2.4.4 P3 口 .....	23
2.4.5 并行 I/O 口的使用特性 .....	23
2.5 定时/计数器 .....	23

2.5.1 定时/计数器的结构和工作原理 .....	23
2.5.2 控制定时/计数器的寄存器 .....	23
2.5.3 定时/计数器的四种工作方式 .....	24
2.5.4 定时/计数器的初始化 .....	26
2.6 小结 .....	27
2.7 习题 .....	27
<b>第3章 MCS—51 指令系统及编程举例</b> .....	28
3.1 指令格式与寻址方式 .....	28
3.1.1 指令格式 .....	28
3.1.2 指令分类 .....	28
3.1.3 寻址方式 .....	29
3.2 MCS—51 指令系统 .....	32
3.2.1 数据传送类指令 .....	32
3.2.2 算术运算类指令 .....	38
3.2.3 逻辑操作类指令 .....	42
3.2.4 位操作类指令 .....	45
3.2.5 控制转移类指令 .....	49
3.3 MCS—51 汇编语言程序设计 .....	54
3.3.1 汇编语言程序结构 .....	55
3.3.2 顺序结构程序设计 .....	57
3.3.3 分支结构程序设计 .....	60
3.3.4 循环结构程序设计 .....	63
3.3.5 子程序设计 .....	67
3.3.6 查表程序 .....	71
3.4 小结 .....	72
3.5 习题 .....	72
<b>第4章 单片机的 C51 程序设计</b> .....	74
4.1 C51 编程概述 .....	74
4.1.1 概述 .....	74
4.1.2 KEIL 8051 开发工具 .....	74
4.1.3 C51 程序开发过程 .....	76
4.1.4 C51 程序结构 .....	77
4.2 C51 的数据类型及存储类型 .....	78
4.2.1 C51 的基本数据类型 .....	78
4.2.2 C51 的数据存储类型 .....	78



4.2.3 C51 对单片机主要资源的定义	79	6.1.1 串行通信与并行通信	118
4.3 C51 的基本运算	81	6.1.2 异步通信与同步通信	119
4.3.1 C51 的算术运算	81	6.2 MCS—51 单片机串行口	120
4.3.2 C51 的关系运算	82	6.2.1 串行口数据缓冲器	121
4.3.3 C51 的逻辑运算	83	6.2.2 串行口控制寄存器	121
4.3.4 C51 的位运算	83	6.2.3 串行口的工作方式	122
4.3.5 C51 的赋值运算	83	6.3 RS—232 总线及接口电路	126
4.4 C51 的构造数据类型	84	6.3.1 RS—232 总线标准	126
4.4.1 数组	84	6.3.2 RS—232 接口电路	127
4.4.2 指针	85	6.4 串行通信应用	128
4.4.3 结构	86	6.4.1 接口电路与波特率设定	128
4.5 C51 流程控制语句	87	6.4.2 串行口应用	129
4.5.1 选择控制语句	87	6.4.3 双机通信的实现	138
4.5.2 循环语句	89	6.4.4 多机通信概述	140
4.5.3 C51 的中断控制	91	6.5 I <sup>2</sup> C 总线与 24C 系列芯片	142
4.6 C51 函数	92	6.5.1 I <sup>2</sup> C 总线概述	142
4.6.1 函数的分类与定义	92	6.5.2 串行 EEPROM 概述	142
4.6.2 函数的调用	93	6.5.3 AT24C02 引脚功能	142
4.7 C51 程序设计举例	93	6.5.4 工作方式	143
4.7.1 C 语言程序的反汇编程序	93	6.5.5 器件寻址、写操作和读操作	143
4.7.2 C 编程举例	95	6.5.6 芯片 24C02 与 51 单片机的接口电路及编程	145
4.8 汇编语言和 C 语言的混合编程	98	6.6 小结	149
4.8.1 C 语言程序和汇编语言程序参数的传递	99	6.7 习题	149
4.8.2 C 语言程序调用汇编语言程序实例	99	<b>第 7 章 存储器扩展技术</b>	150
4.9 小结	101	7.1 存储器扩展概述	150
4.10 习题	102	7.1.1 扩展总线	150
<b>第 5 章 中断</b>	104	7.1.2 片选和地址分配	151
5.1 中断概述	104	7.1.3 存储系统设计要点	155
5.1.1 中断的概念	104	7.2 程序存储器扩展与设计	156
5.1.2 中断的处理	105	7.2.1 常用程序存储器扩展芯片	156
5.2 MCS—51 中断系统	106	7.2.2 EPROM 与单片机的连接	160
5.2.1 中断源	106	7.2.3 扩展 EEPROM 程序存储器	161
5.2.2 中断控制	107	7.3 数据存储器扩展与设计	162
5.2.3 中断响应过程	108	7.3.1 常用数据存储器扩展芯片	162
5.3 中断程序设计	109	7.3.2 RAM 与单片机的连接	164
5.3.1 汇编语言中断程序的设计	109	7.3.3 扩展数据与程序兼用的存储器	165
5.3.2 C51 中断程序的设计	113	7.4 小结	165
5.4 小结	116	7.5 习题	166
5.5 习题	116	<b>第 8 章 常用外设接口技术</b>	167
<b>第 6 章 串行通信及其应用</b>	118	8.1 输入/输出口的扩展	167
6.1 串行通信概述	118	8.1.1 简单 I/O 口的扩展	167
		8.1.2 8155 可编程 I/O 接口电路	171

8.1.3	可编程外围并行接口 8255	177	10.2.2	硬件设计	249
8.1.4	可编程外围定时器 8253	182	10.2.3	软件设计	251
8.2	键盘及接口技术	186	10.2.4	应用系统的安装与调试	252
8.2.1	键盘状态输入与去抖动	187	10.3	单片机应用系统开发工具	253
8.2.2	独立式键盘及其与单片机接口	187	10.3.1	概述	253
8.2.3	行列式键盘及其与单片机接口	189	10.3.2	开发工具	254
8.3	LED 显示器接口技术	194	10.4	应用系统中的干扰	255
8.3.1	LED 显示器的结构与工作原理	195	10.4.1	噪声干扰的形成	256
8.3.2	静态显示器接口	196	10.4.2	噪声的耦合方式	256
8.3.3	动态显示器接口	198	10.4.3	噪声的干扰模式	257
8.3.4	可编程键盘/显示接口芯片 8279	200	10.4.4	干扰对单片机系统的影响	257
8.4	LCD 显示器接口技术	207	10.5	应用系统硬件抗干扰技术	258
8.4.1	LCD 显示器结构	207	10.5.1	共模干扰的抑制	258
8.4.2	LCD 显示器驱动原理与驱动 方式	207	10.5.2	差模干扰的抑制	258
8.4.3	LCD 显示器接口	208	10.5.3	供电系统的抗干扰	260
8.5	语音接口技术	210	10.5.4	印制电路板抗干扰	261
8.5.1	ISD4004 语音芯片概述	210	10.5.5	过程通道中的干扰和抑制	262
8.5.2	ISD4004 引脚	212	10.6	应用系统软件抗干扰技术	264
8.5.3	ISD4004 指令系统	214	10.6.1	软件冗余技术	265
8.5.4	语音芯片与单片机接口电路及 编程	215	10.6.2	软件陷阱技术	267
8.6	小结	219	10.6.3	“看门狗”技术	270
8.7	习题	219	10.7	51 单片机在 CAN 现场总线中的 运用	275
<b>第 9 章</b>	<b>模拟量输入/输出接口技术</b>	<b>221</b>	10.7.1	CAN 总线概述	275
9.1	A/D 转换器及其与单片机的接口	221	10.7.2	系统的硬件结构框图	275
9.1.1	概述	221	10.7.3	RS232CAN 总线转换器	276
9.1.2	常用 A/D 转换器及接口电路	222	10.7.4	系统软件设计	277
9.1.3	模拟开关	229	10.8	小结	281
9.1.4	采样保持器	233	10.9	习题	281
9.2	D/A 转换器及其与单片机的接口	236	<b>第 11 章</b>	<b>单片机应用系统设计实例</b>	<b>283</b>
9.2.1	概述	236	11.1	交通信号灯控制系统	283
9.2.2	常用 D/A 转换器及接口电路	237	11.1.1	概述	283
9.2.3	应用举例	243	11.1.2	系统硬件设计	283
9.3	小结	245	11.1.3	软件系统设计	288
9.4	习题	246	11.2	数据采集控制系统	304
<b>第 10 章</b>	<b>单片机应用系统的开发</b>	<b>247</b>	11.2.1	系统功能和结构	305
10.1	概述	247	11.2.2	系统硬件设计	305
10.1.1	单片机应用系统的基本要求	247	11.2.3	软件设计	306
10.1.2	单片机应用系统的设计步骤	248	11.3	温度控制系统	311
10.2	单片机应用系统的开发	249	11.3.1	系统分析与设计	312
10.2.1	总体设计	249	11.3.2	硬件设计	312
			11.3.3	软件设计	314
			11.4	密码锁控制器设计	317

11.4.1 密码锁的功能 .....	317	附录 A MCS—51 系列单片机指令表 .....	337
11.4.2 硬件电路设计 .....	317	附录 B $\mu$ Vision2 集成开发环境的使用 .....	340
11.4.3 程序设计 .....	317	附录 C C51 的库函数 .....	356
11.5 小结 .....	336	参考文献 .....	359
附录 .....	337		

# 第 1 章 单片机概述

世界上第一台单片机是美国德克萨斯仪器公司 (Texas Instruments) 于 1975 年研制而成的。它的出现是计算机技术发展史上的一个重要里程碑, 自此, 计算机不仅在数值处理方面得到进一步发展, 而且在智能化控制领域里也得到迅速发展, 并占据越来越重要的地位。本章将介绍单片机的发展史, 单片机的特点、应用及种类, 使读者能对单片机有一个总体的了解。

## 本章要点:

- 单片机的发展概况
- 单片机的特点与选用
- 常用单片机的种类

## 1.1 单片机的发展及特点

### 1.1.1 单片机的发展概况

从第一台单片机问世至今三十多年以来, 各芯片厂商积极研制、开发新品种, 不断改进原有机型的性能品质, 使单片机技术取得了巨大的发展。目前单片机产品已达 50 多个系列, 300 多种型号, 且其综合性能、成本、体系结构、开发环境等都取得了显著的进步。单片机就其字长而言可分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机, 其中 8 位机长期以来都是主流机型, 在我国应用尤为广泛, 且在今后很长时间内仍具有相当的活力。以 8 位机为例, 单片机的发展历史可分为以下四个阶段。

第一阶段: 单片机初级阶段。根据工控领域的应用要求, 对单片机的研究与探索始于 1974 年, 到 1976 年, Intel 公司推出了 MCS—48 系列单片机, 将 CPU、存储器、I/O 接口、定时/计数器集成在一块芯片上, 使计算机完成了单芯片化。但此系列单片机无串行 I/O 口, 存储器容量较少, 中断处理功能较简单。同期的产品还有 Motorola 的 MC6801/6800 +/6875 系列、Rokwell 公司的 6502/RG500 系列、GI 公司的 PIC1650 系列等。

第二阶段: 单片机完善阶段。单片机经过初级阶段的探索成功后, 应用前景十分广阔, 其体系结构不断完善, 充分体现单片机的高性能和优越性。1980 年, Intel 公司又推出了高性能的 MCS—51 系列单片机, 该系列单片机在 MCS—48 系列的基础上增添了 I/O 串行口, 增大了存储器容量, 完善了中断系统, 设 5 个中断源, 2 个优先级, 采用 16 位定时/计数器。同时, 在内部存储器中设置位地址空间, 提供位操作指令, 使 MCS—51 系列单片机形成了事实上的单片机结构标准。另外, 还有 Motorola 公司于 1978 年推出的 M6800 系列, Zilog 公司推出的 Z8 系列都是这一时期的产品。

第三阶段: 微控制器形成阶段。要满足测控对象的要求, 不仅需要完善的计算机体系结

构，还需要许多专门面向测控对象的外围接口电路，例如：完成数模转换和模数转换的 D/A、A/D 电路，高速 I/O 口，程序监视定时器 WDT，完成高速数据传输的 DMA 等。这一阶段的单片机以增强、完善各种外围电路为己任，尽量将外围功能集成在芯片内部。这一时期的芯片以 80C51 系列为代表。

第四阶段：微控制器成熟阶段。由于世界各著名电器公司的广泛参与，使单片机的开发和研制竞争异常激烈，极大地丰富了微控制器的类型，并且降低了成本，减少了外围电路，可靠性也得到提高。不同领域的使用者都可以找到适合自己的产品。

目前，单片机技术不断发展，产品不断更新，基本上能满足各方面的需求。在单片机的综合品质不断提高的基础上，专用型单片机也得到了大力发展。并且全盘 CMOS 化、全面功耗管理、采用 RISC（精简指令集计算机）体系结构、软件嵌入等都是单片机的发展趋势。

### 1.1.2 单片机的特点

单片机在一块芯片上集成了 CPU、ROM、RAM、I/O 接口、定时/计数器等部件，使其具备了一台微型计算机的特征。但由于单片机主要应用于控制领域，与通用计算机相比，单片机在硬件结构、指令系统上具有以下特点：

#### 1. 采用哈佛结构体系

通常，通用计算机（冯·诺依曼体系结构的计算机）中程序和数据使用共同的存储空间，而哈佛体系结构则将程序存储空间与数据存储空间严格分开，即程序存放在 ROM 存储器中，数据存放在 RAM 存储器中。

单片机采用哈佛结构，是因为在控制系统中一般控制程序的容量较大，而随机数据较少，单片机应用系统一旦开发完毕程序很少改动，程序放在 ROM 中可靠性高，不易受到干扰和破坏，少量的随机数据放在内部 RAM 中读写速度非常快，这样可大大提高单片机的性能。

#### 2. 采用面向控制的指令系统

单片机指令系统中有丰富的位操作指令，逻辑功能强。大量使用单字节指令，处理速度快，效率高。

#### 3. 引脚功能复用

受制造工艺和水平的限制，单片机的引脚数量有限，存在所需信号线数多而实际引脚数量少的矛盾。采用引脚功能复用可以很好地解决这个问题。

#### 4. 片内采用 RAM 寄存器

单片机所使用的寄存器（除程序计数器 PC 外）都是片内 RAM 的某一对应单元。这样做可以使寄存器的数量较多，且容易设计和集成。CPU 直接存取这些寄存器，大大提高了单片机的响应速度。

#### 5. 类型齐全

单片机发展至今，各公司的竞相研制、改进，使得单片机产品品种繁多，系列齐全。用户可根据自己的需要，任意选择功能好，性价比高的产品。

#### 6. 功能通用

虽说单片机主要应用在控制领域，面向测控对象，但它的功能仍然是通用的，配上适当的外设仍可以像一般的微处理器那样使用。

### 1.1.3 单片机的一般组成

构成一个微型计算机的最基本部件有中央处理器（CPU）、存储器（ROM，RAM）、输入输出（I/O）接口电路等。如果在一块芯片上集成了微型机的基本组成部件及其相关的电路，则此芯片就可称作单片机（Single-chip Microcomputer），也可称作微处理器（Microcontroller Unit, MCU）。

单片机的基本组成示意框图如图 1-1 所示。由于在自动控制领域，一般不要求单片机有很高的运算速度，但要求其较强、较精确的控制能力，为此单片机内部大都集成了定时/计数器。

在许多应用场合，光靠单片机的内部资源已经不能解决问题，需要通过系统扩展来实现。单片机的系统扩展是通过单片机的并行扩展总线（地址总线—AB、数据总线—DB、控制总线—CB）或串行扩展总线在外部扩展程序存储器、数据存储器、I/O 接口等，以弥补单片机内部资源的不足，从而满足特定的应用系统的功能需要。单片机系统扩展示意图如图 1-2 所示。

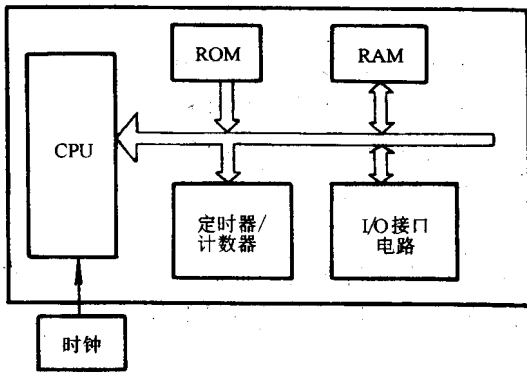


图 1-1 单片机组成框图

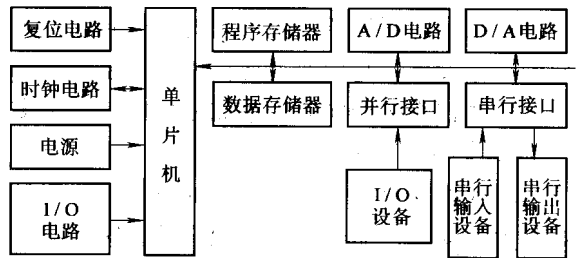


图 1-2 单片机系统扩展示意图

### 1.1.4 单片机的应用

由以上可知，单片机体积小，成本低，可以方便地组成各种智能化的控制设备和仪器；另外其功耗低，速度快，效率高，可以完成各种控制任务；尤其是单片机的抗干扰能力强，性能可靠，可以使用在各种恶劣的工作环境中。因此，单片机产品在智能仪器仪表、机电一体化、实时控制、民用电子产品等众多领域都得到了广泛的应用，主要有以下几方面：

#### 1. 单片机在智能仪器仪表中的应用

单片机广泛地应用于实验室、交通运输工具、计量等各种仪器仪表之中，使仪器仪表智能化，提高它们的测量速度和测量精度，加强控制功能，简化仪器仪表的硬件结构，便于使用、维修和改进。如电能表校验仪，电阻、电容、电感测量仪，船舶航行状态记录仪，烟叶水分测试器，智能超声测厚仪等。单片机在这些领域的应用不仅使传统的仪器仪表发生根本性的变革，也给传统的仪器仪表行业的改造带来了曙光和美好的前景。

## 2. 单片机在机电一体化中的应用

机电一体化是机械工业发展的重要方面。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体，具有智能化特征的机电产品。如微机控制的铣床、钻床、车床、磨床等，使得机械零件的超精密加工成为现实。单片机的出现促使了机电一体化进程，它作为机电产品的控制器，能充分发挥它的体积小、可靠性高、控制能力强、现场安装灵活方便等特点，大大提升了机器的功能，提高了机器的精度、自动化和智能化水平。

## 3. 单片机在实时控制领域的应用

单片机也可广泛地应用于各种实时控制系统中，测量和控制工业过程控制中的各种物理参数，如转速、位移、压力、流量、液位、温度、酸度、化学成分等。将测量技术、自动控制技术和单片机技术相结合，能充分发挥数据处理和实时控制功能，使系统工作于最佳状态，提高系统的生产效率和产品的质量。在航空航天、通信、遥控、遥测、工业机器人控制等各种实时控制和实时数据采集系统中都可以用单片机做控制器。

## 4. 在军工领域的应用

利用单片机可靠性高、适用的温度范围广、能适应各种恶劣环境的特点，可广泛应用于导弹控制、鱼雷制导控制、智能武器装备、航天飞机巡航系统等领域。

## 5. 单片机在分布式多机系统中的应用

分布式多机系统具有功能强、可靠性高的特点，所以在比较复杂的系统中，都采用分布式多机系统。利用单片机可以构成分布式测控系统，系统中有若干台由单片机组成的功能各异的仪器设备，它们通过通信相互联系，各自完成特定的任务，协调完成整个任务。因此，分布式测控系统能同时采集或处理的信息更多，使单片机的应用进入一个新的水平。

## 6. 在民用电子产品中的应用

单片机在民用电子产品中的应用，能明显提高产品的性能价格比，提高产品在市场上的竞争力，受到产品开发商和用户的青睐。目前较高档的家用电器、电子玩具等几乎都是用单片机作为控制器。

### 1.1.5 单片机的选用

单片机的种类很多，在实际应用中要根据具体情况来选择单片机的类型，虽然这没有一个固定的规范，但一般应该遵守以下几条原则。

#### 1. 对不同的单片机的性能进行比较

单片机的种类繁多，性能各异，应根据应用系统的具体要求进行比较、选择。首先要选择合适的存储器。单片机内部有两种存储器：程序存储器和数据存储器。两者严格分开，对于不同厂家和型号的单片机，这两种存储器的容量也不一致。可以选择片内无程序存储器的单片机，通过片外扩展组成单片机扩展系统。这种系统使用灵活、改写程序方便，是目前我国使用较多的一种方式。设计扩展系统时，要分别估计程序的长短和随机数据的多少，从而确定片外需扩展的数据存储器和程序存储器容量的大小。

选择单片机还应该注意扩展部件的方便程度、接口能力、指令系统、寻址方式、功耗及成本问题。

#### 2. 必须具备配套的开发系统

单片机的应用系统一般比较小巧、紧凑，不像一般微型计算机有较多的外设，多数单片

机不具备软件调试功能，即不具备自开发能力。因此，在自行设计组装单片机应用系统时，必须有相应的开发工具。这种开发工具叫单片机开发系统。

尽管单片机有许多优点，但如果没有开发系统，就无法开展单片机的应用开发工作。有的单片机性能很好，但如果找不到合适、方便的开发系统，就不宜采用。

### 3. 选择市场上的主流产品

目前，Intel 公司的 MCS—51 系列单片机或其兼容机在 8 位单片机市场上占 50% 以上，配套的开发系统完备、可靠。由于其有较高的性能价格比，已是我国在工业检测、控制领域的优选机型，深受广大计算机应用开发工作者的喜爱。

## 1.2 常用单片机

单片机从问世至今，三十多年的时间，发展异常迅猛，除了 Intel 公司的 MCS—48、MCS—51、MCS—96 系列产品，还有几家大公司，它们的产品也非常著名。这些公司有：Motorola 公司，主要产品有 6801、6803、6805、68HCII 系列产品；Zilog 公司的 Z8 系列，主要应用在家用电器和通信行业；NEC 公司的 78K 系列和  $\mu$ com—87 系列；Fairchild 公司的 F8、3870 系列；Rockwell 公司的 6500、6501 系列产品。这些产品各具特色，在单片机市场中均有一席之地，其中 Intel 公司的市场份额约占 67%，销量居首，产品遍及世界各地，它们的产品集成度高，性能优异，且能很好的满足用户要求。下面简单介绍 Intel 公司的 MCS—51、MCS—96 两个系列的产品。

### 1.2.1 MCS—51 系列

MCS—51 是 Intel 公司 1980 年推出的高档 8 位机系列，该机型性价比高，品种多，新的品种还在不断出现。MCS—51 系列单片机大致可以分成以下几种：

**基本型：**包括 8031/8031A/8051/8051AH/8751H/8751BH 等。片内集成了 8 位 CPU，128B 数据存储器（RAM），4KB 程序存储器（ROM）（8031 内部没有 ROM，8751 用 EPROM 代替 ROM），21 个特殊功能寄存器（SFR），32 条并行 I/O 线，2 个 16 位定时/计数器，一个全双工 I/O 串行口，5 个中断源（分两个优先级），片内时钟振荡器和时钟电路；片外可扩展 64KB 的 RAM 或 ROM；其指令系统中 80% 为单字节指令，指令格式紧凑，执行速度快。

**增强型：**包括 8052AH/8032AH/8752BH 等。它们与基本型的不同是，内部 ROM、RAM 的容量均增大一倍，定时/计数器增加到 3 个，串行口速度快 6 倍。

**低功耗型：**包括 80C51BH/80C31BH/87C51 等。这种机型都采用 CHMOS 工艺，功耗低，其中 87C51 还有两级程序存储器保密系统，可禁止外部对片内 ROM 中的程序进行非法复制。

**超级型：**包括 8XC252 系列，这种机型的引脚、指令与 MCS—51 系列完全相同，但采用高可靠的 CHMOS-II 工艺，具有高速输入/输出功能和脉冲宽度调制输出，增加了 128B 片内 RAM，一个加减计数器，一个可编程计数器阵列，还能对串行口的错误进行监测，自动地址识别。

此外，还有 A/D 型 83C51GA/80C51GA/87C51GA 系列，并行口型 83C451/80C451 等都



各具特色，使用者可根据使用情况，详细查阅有关数据手册。表 1-1 所列为其中一部分产品。

表 1-1 MCS—51 系列单片机部分产品参数

型号	片内 ROM (EPROM) /kB	片内 RAM /B	可扩展地址空间/kB	I/O 线		中断源 /个	定时/计数器 (16 位) /个	典型指令周期/ $\mu$ s	引脚 /个	其他
				并行	串行					
8051	4	128	64	32	UART	5	2	1	40	8031 最便宜; 87C51 有两级程序保密系统, 低功耗; 8XC252 系列有两级程序保密系统, 脉冲宽度调制输出和可编程计数器阵列
8751	(4)	128	64	32	UART	5	2	1	40	
8031		128	64	32	UART	5	2	1	40	
8052AH	8	256	64	32	UART	5	3	1	40	
8752AH	(8)	256	64	32	UART	5	3	1	40	
8032AH		256	64	32	UART	5	3	1	40	
80C51BH	4	128	64	32	UART	5	2	1	40	
87C51BH	(4)	128	64	32	UART	5	2	1	40	
80C31BH		128	64	32	UART	5	2	1	40	
80C252	8	256	64	32	UART	7	3	1	40	
87C252	(8)	256	64	32	UART	7	3	1	40	
83C252		256	64	32	UART	7	3	1	40	

### 1.2.2 MCS—96 系列

MCS—96 系列是 Intel 公司 1983 年研制出的 16 位单片机，它是一种性能较高的单片机产品。与 MCS—51 系列相比，它主要有以下特点：16 位 CPU，CPU 中的算术逻辑单元不是采用常规的累加器结构，而是用寄存器-寄存器结构，CPU 的操作直接面向 256B 寄存器，提高了操作速度和数据吞吐能力。256B 寄存器中，24B 是专用寄存器，其余 232B 均为通用寄存器，通用寄存器的数量远比一般 CPU 多。有一套效率和速度都更高的指令系统。有的型号有外设事务服务器 PTS，专门处理中断事务。此外，MCS—96 系列单片机还集成了更为丰富的外设装置。该系列的单片机大体可分成 6 类。

第一类是 8X9X 系列，采用 NHMOS 工艺。该系列中的 8098 芯片在我国应用比较广泛，它是 8096 芯片的一种简化形式。8096 具有 16 位 CPU，高效的指令系统，10 位 A/D 转换器，脉宽调制输出，全双工串行口，高速输入/输出器，5 个 8 位标准输入/输入口，8 个中断源，16 位监视定时器，可动态配置总线，8kB/16kB 的内部 RAM，256B 的寄存器阵列和专用寄存器，2 个 16 位定时/计数器，4 个软件定时器。

第二类以 80C196KB 为代表，它保留 8X9X 芯片的基本硬件结构，有 2 种节电工作方式。

第三类以 80C196KC 为代表，它的一个重要功能是增加了外设事务服务器 (PTS)，提高了中断处理能力。

第四类以 80C196KR 为代表，增添了同步串行口和适用于主从机通信的从口 (Slave Port) 功能，并以事件处理器阵列 (EPA) 代替了原来的高速输入/输出部件 (HSIO)。