

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

杨居义 马宁 靳光明 易永红 编著

# 单片机原理与工程应用

清华大学出版社



21世纪高职高专规划教材 **电气、自动化、应用电子技术系列**

# 单片机原理与工程应用

杨居义 马宁 靳光明 易永红 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书系统介绍了 80C51 系列单片机的基本原理与工程应用,从工程应用的角度出发,较为全面地介绍了单片机工程应用设计中的技术和技巧。全书共 12 章,内容分别是单片微型计算机概述,80C51 单片机的结构及原理,80C51 的指令系统和程序设计,80C51 定时器/计数器与中断系统,80C51 单片机的串行接口技术,80C51 单片机的系统扩展,80C51 单片机接口技术,80C51 单片机的 C51 程序设计,单片机工程应用技术,单片机应用系统工程设计与实例,Proteus ISIS 和 Keil  $\mu$ Vision2 的使用与实例,80C51 单片机实验与工程应用实例。为了解决学生在学习单片机原理与工程应用中的重点和难点问题,书中对重点内容进行详细描述,个别内容进行归纳和总结,力求理论和实践相结合,同时注重对学生工程应用的设计方法和能力的培养。

本书可作为高职高专院校机电、自动化、电子信息、计算机、仪器仪表、通信工程等相关专业单片机原理、接口与工程应用课程的教材,也可以作为工程技术人员和单片机爱好者的参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与工程应用/杨居义等编著. —北京:清华大学出版社,2010.1

21 世纪高职高专规划教材. 电气、自动化、应用电子技术系列

ISBN 978-7-302-20930-0

I. 单… II. 杨… 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(2009)第 163713 号

责任编辑:刘 青

责任校对:袁 芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18.5 字 数:426 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版 印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030362-01

# 出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版了“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立了“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来自教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件和政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富的教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类

的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

国际商务系列

• 服务类

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设:加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail: gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

高职高专教育教材编审委员会

# 前言

## 单片机原理与工程应用

单片机技术是一门工程应用性很强的专业课,其理论与实践是高职高专院校电气自动化、机电一体化、通信、计算机等专业的学生们应当掌握的不可缺少的知识和技能。本书根据高职高专院校培养人才的指导思想,严格按照高职高专院校教学大纲而编写,具有以下特点。

### 1. 采用经典机型

本书以当今最流行、应用最普遍的 80C51 系列单片机为主线,系统介绍了 80C51 系列单片机的基本原理与工程应用。全书结构清晰、内容新颖、文字简练。

### 2. 强化三基、精选实例

在编写过程中,作者认真总结多年教学经验,同时博采众长,吸取了其他书籍的精华,强调基本概念、基本原理、基本分析方法的论述,采用教、学、做相结合的教学模式,既能使学生掌握好基础知识,又能启发学生思考问题,培养学生动手能力。同时,本书精选实例(书中实例大部分提供 Proteus ISIS 软件仿真,详见教学资源),将知识点融入实例中,增强了实用性、操作性和可读性。

### 3. 注重工程应用

单片机在工程上的应用非常广泛,本书从工程应用的角度出发,采用汇编语言和 C 语言,系统地介绍了单片机在工程设计中的应用技术、方法、步骤和技巧。书中采用实际应用项目的例子,力求理论和实践相结合,培养学生解决工程实际问题和综合应用的能力。本书最后一章为实验实训与工程实例(提供了 Proteus ISIS 软件仿真,详见教学资源),配有上机操作指导,有助于学生动手能力的培养和锻炼。

### 4. 体现新技术发展

在新技术发展方面,本书紧跟世界潮流,介绍了一些新机型、新技术和新手段,反映了当今单片机的发展趋势,为学生学习嵌入式系统打下基础。

### 5. 适合作教材

为了配合理论教学,本书在内容的编排上力求循序渐进、由浅入深、重点突出,使教材具有理论性、实践性、工程应用性和先进性,做到理论知识够用、注重工程应用的原则,着重培养学生解决工程实际问题和综合应用的能力。为了便于学习,每章增加了学习目的、学习重点和难点、本章小结、思考题与习题,通过典型项目分析,使学生容易抓住知识点和重点内容,掌握基本原理和分析方法,达到举一反三的目的。本书课堂讲授与实验总学时约 60~90 学时。

本书由杨居义、马宁、靳光明和易永红编著。杨居义编写第 1、2、4、6、9、10 章以及附

录 A 和 B,马宁编写第 3、5 和 12 章,靳光明编写第 7、8 和 11 章,易永红进行了资料整理和文字校对工作。全书由杨居义统稿和审稿。作者在编写过程中参考了书后所列的文献资料,在此谨向其作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。选用本书作为教材的老师可向清华大学出版社(<http://www.tup.com.cn>)索取授课电子课件和书中的例题仿真(教学资源)。

编 者

2009 年 7 月

# 目 录

单片机原理与工程应用

<b>第 1 章 单片微型计算机概述</b> .....	1
1.1 微型计算机概述 .....	1
1.1.1 微型计算机的组成及应用形态.....	1
1.1.2 单片机内部结构及单片机应用系统组成.....	2
1.1.3 80C51 单片机系列 .....	3
1.2 单片机的发展过程及产品近况 .....	5
1.3 单片机的特点及应用领域 .....	6
1.4 单片机的发展趋势 .....	6
本章小结.....	7
思考题与习题.....	7
<b>第 2 章 80C51 单片机的结构及原理</b> .....	8
2.1 80C51 单片机的结构与原理 .....	8
2.1.1 80C51 单片机的结构.....	8
2.1.2 80C51 单片机的内部结构.....	9
2.1.3 80C51 单片机的引脚及功能 .....	10
2.2 80C51 单片机的存储器组织.....	12
2.2.1 80C51 单片机的程序存储器 ROM .....	12
2.2.2 80C51 ROM 低地址特殊单元 .....	13
2.2.3 80C51 单片机的数据存储器 RAM .....	13
2.2.4 特殊功能寄存器(SFR)简介 .....	16
2.3 80C51 的并行输入/输出端口结构与操作 .....	19
2.4 80C51 时钟电路与时序.....	22
2.4.1 时钟电路 .....	22
2.4.2 时序 .....	23
2.5 80C51 复位电路.....	25
本章小结 .....	26
思考题与习题 .....	27



<b>第 3 章 80C51 的指令系统和程序设计</b> .....	28
3.1 指令概述 .....	28
3.2 寻址方式 .....	30
3.3 80C51 的指令系统 .....	33
3.3.1 数据传送类指令 .....	33
3.3.2 算术运算类指令 .....	38
3.3.3 逻辑操作类指令 .....	41
3.3.4 控制转移类指令 .....	44
3.3.5 位操作指令 .....	48
3.3.6 常用伪指令 .....	49
3.4 80C51 汇编程序设计 .....	52
3.4.1 顺序结构程序设计 .....	53
3.4.2 分支结构程序设计 .....	54
3.4.3 循环结构程序设计 .....	57
3.4.4 子程序设计 .....	58
本章小结 .....	60
思考题与习题 .....	60
<b>第 4 章 80C51 的定时器/计数器与中断系统</b> .....	62
4.1 80C51 定时器/计数器的结构与原理 .....	62
4.2 80C51 定时器/计数器的控制 .....	64
4.2.1 定时器/计数器方式寄存器 TMOD .....	64
4.2.2 定时器/计数器控制寄存器 TCON .....	64
4.2.3 定时器/计数器的初始化 .....	65
4.3 80C51 定时器/计数器的工作方式及应用 .....	67
4.4 80C51 的中断系统 .....	72
4.4.1 中断的特点及功能 .....	72
4.4.2 80C51 中断系统的结构及中断源 .....	73
4.4.3 80C51 中断的控制 .....	74
4.5 80C51 中断处理过程 .....	77
4.5.1 中断响应与中断响应时间 .....	77
4.5.2 中断响应过程 .....	77
4.5.3 中断处理 .....	78
4.5.4 中断返回 .....	78
4.6 80C51 外部中断扩展与中断系统的应用 .....	80
本章小结 .....	83
思考题与习题 .....	83

<b>第 5 章 80C51 单片机的串行接口技术</b> .....	85
5.1 串行通信概述 .....	85
5.1.1 串行通信的分类 .....	86
5.1.2 串行通信制式 .....	87
5.1.3 串行通信接口标准 .....	87
5.2 80C51 的串行接口及工作方式 .....	90
5.2.1 80C51 串行接口的结构 .....	90
5.2.2 80C51 的串行接口的控制寄存器 .....	90
5.3 80C51 串行口的工作方式及波特率 .....	92
5.4 80C51 之间的通信 .....	98
5.4.1 MCS-51 双机通信技术 .....	98
5.4.2 MCS-51 多机通信技术 .....	101
5.5 PC 与 80C51 的通信 .....	102
5.5.1 MSCComm 控件的属性 .....	102
5.5.2 MSCComm 控件的通信处理方法 .....	104
5.6 I <sup>2</sup> C 串行扩展总线 .....	104
5.6.1 I <sup>2</sup> C 总线的结构原理 .....	105
5.6.2 I <sup>2</sup> C 串行扩展应用实例 .....	106
5.7 SPI 串行扩展接口 .....	110
本章小结 .....	113
思考题与习题 .....	113
<b>第 6 章 80C51 单片机的系统扩展</b> .....	114
6.1 程序存储器扩展 .....	114
6.1.1 扩展总线 .....	114
6.1.2 常用程序存储器芯片 .....	115
6.1.3 程序存储器扩展实例 .....	116
6.2 数据存储器扩展 .....	118
6.2.1 常用数据存储器芯片 .....	118
6.2.2 数据存储器扩展实例 .....	119
6.3 简单并行 I/O 接口的扩展 .....	121
6.4 8255 可编程并行接口扩展 .....	123
6.4.1 Intel 8255A 的结构与功能 .....	123
6.4.2 Intel 8255A 的控制字 .....	125
6.4.3 Intel 8255A 的工作方式 .....	126
6.4.4 8255A 可编程并行接口扩展应用实例 .....	127
本章小结 .....	128

思考题与习题	128
<b>第 7 章 80C51 单片机接口技术</b>	<b>130</b>
7.1 键盘接口技术	130
7.1.1 键的特性	131
7.1.2 独立键盘接口技术	133
7.1.3 矩阵式键盘接口技术	134
7.2 数码显示接口技术	136
7.2.1 数码显示原理	136
7.2.2 静态显示技术	138
7.2.3 动态显示技术	139
7.3 液晶显示接口技术	142
7.3.1 液晶显示器简介	142
7.3.2 LCD1602 字符型液晶显示器与单片机接口	142
7.4 D/A 转换器与单片机接口技术	147
7.4.1 D/A 转换器的主要技术指标	148
7.4.2 DAC0832 接口芯片	148
7.4.3 DAC0832 与单片机接口	150
7.5 A/D 转换器与单片机接口技术	154
7.5.1 A/D 转换器的主要技术指标	154
7.5.2 ADC0809 接口芯片	154
7.5.3 ADC0809 与单片机的接口	156
本章小结	159
思考题与习题	159
<b>第 8 章 80C51 单片机的 C51 程序设计</b>	<b>161</b>
8.1 单片机的 C 语言	161
8.2 C51 的数据类型	163
8.2.1 C51 的标识符和关键字	163
8.2.2 数据与数据类型	164
8.2.3 C51 数据的存储类型	168
8.2.4 80C51 硬件结构的 C51 定义	169
8.2.5 关于 Keil C51 的指针类型	171
8.2.6 C51 的运算符、表达式及其规则	172
8.3 C51 语言的程序流程控制	173
8.4 C51 函数	176
8.5 C51 编程实例	177
8.5.1 80C51 内部资源的编程	177

8.5.2	80C51 输出控制的 C 编程 .....	184
8.5.3	80C51 数据采集的 C 编程 .....	184
8.5.4	80C51 人-机交互的 C 编程 .....	185
	本章小结 .....	188
	思考题与习题 .....	189
<b>第 9 章</b>	<b>单片机工程应用技术 .....</b>	<b>190</b>
9.1	单片机应用系统的抗干扰技术 .....	190
9.1.1	单片机应用系统硬件抗干扰的设计 .....	190
9.1.2	单片机应用系统软件抗干扰的设计 .....	196
9.1.3	单片机自身的抗干扰措施 .....	201
9.2	模拟信号放大器和线性参数标度变换 .....	203
9.2.1	模拟信号放大器 .....	203
9.2.2	标度变换 .....	206
9.3	常用接口驱动电路 .....	208
9.3.1	光电耦合隔离器接口电路 .....	208
9.3.2	三极管驱动电路 .....	210
9.3.3	继电器驱动电路 .....	211
9.3.4	可控硅(SCR)驱动电路 .....	212
9.3.5	固态继电器驱动电路 .....	213
9.3.6	电机控制接口电路 .....	215
9.3.7	步进电机控制接口电路 .....	216
	本章小结 .....	220
	思考题与习题 .....	221
<b>第 10 章</b>	<b>单片机应用系统工程设计与实例 .....</b>	<b>222</b>
10.1	单片机应用系统概述 .....	222
10.1.1	单片机应用系统的结构 .....	222
10.1.2	单片机应用系统工程设计的基本要求 .....	224
10.2	单片机应用系统工程设计的步骤和方法 .....	224
10.2.1	单片机应用系统工程设计的步骤 .....	224
10.2.2	单片机应用系统工程设计的方法 .....	224
10.3	单片机温度控制系统工程设计实例 .....	228
10.3.1	明确要设计的应用系统的功能和技术指标 .....	228
10.3.2	确定单片机应用系统总体方案 .....	229
10.3.3	硬件设计 .....	229
10.3.4	软件设计 .....	231
10.3.5	系统调试 .....	236

10.4	单片机控制步进电机实例 .....	237
10.4.1	明确要设计应用系统的功能和技术指标 .....	237
10.4.2	确定单片机应用系统总体方案 .....	237
10.4.3	硬件设计 .....	238
10.4.4	软件设计 .....	239
	本章小结 .....	241
	思考题与习题 .....	241
<b>第 11 章</b>	<b>Proteus ISIS、Keil <math>\mu</math>Vision2 的使用与实例 .....</b>	<b>243</b>
11.1	Proteus 软件概述 .....	243
11.2	Proteus ISIS 编辑环境 .....	244
11.2.1	操作界面 .....	244
11.2.2	菜单栏和工具栏 .....	245
11.3	电路图的绘制 .....	246
11.4	Proteus 仿真应用实例 .....	248
11.5	Keil C51 集成开发环境简介 .....	250
11.6	Proteus 6.9 与 Keil C51 V7.50 的联调 .....	254
	本章小结 .....	256
	思考题与习题 .....	256
<b>第 12 章</b>	<b>80C51 单片机实验与工程应用实例 .....</b>	<b>257</b>
12.1	单片机实验与工程应用开发环境介绍 .....	257
12.1.1	Lab 6000P 仿真实验系统 .....	257
12.1.2	基于 Proteus 的 ISIS 虚拟仿真环境 .....	261
12.2	Wave 6000 集成开发环境介绍 .....	261
12.3	工程设计实例 .....	264
12.3.1	体育比赛计分显示控制系统 .....	264
12.3.2	基于 80C51 的数据采集控制系统 .....	267
12.4	实验指导 .....	267
<b>附录 A</b>	<b>MCS-51 指令表 .....</b>	<b>277</b>
<b>附录 B</b>	<b>ASCII(美国信息交换标准码)表 .....</b>	<b>282</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>284</b>

# 单片微型计算机概述

## 学习目的

- (1) 了解单片机的发展过程及产品近况。
- (2) 了解单片机的特点及应用领域。
- (3) 掌握微型计算机的组成及应用形态。
- (4) 掌握 80C51 单片机性能指标。

## 学习重点和难点

- (1) 微型计算机的组成及应用形态。
- (2) 80C51 单片机性能指标。

## 1.1 微型计算机概述

### 1.1.1 微型计算机的组成及应用形态

#### 1. 微型计算机系统的组成

微型计算机系统由硬件(Hardware)和软件(Software)组成。

(1) 硬件是指组成计算机的物理实体,是看得见、摸得着的部分,如图 1-1 所示。它由微处理器 CPU、存储器(RAM、ROM)、基本输入/输出(I/O)接口电路和总线接口等组成。

(2) 软件简单地讲就是程序,指专业软件开发者开发的系统软件和应用软件等。

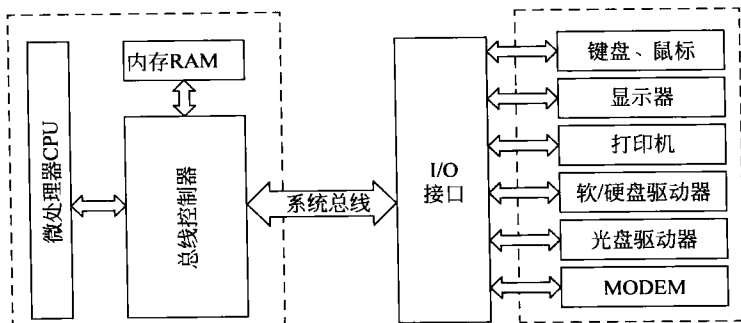


图 1-1 微型计算机的硬件组成框图

## 2. 微型计算机的应用形态

(1) 微型计算机。将微处理器 CPU、存储器(RAM、ROM)、基本输入/输出(I/O)接口电路和总线接口等组装在一块主机板(即微机主板)上,将各种适配板(卡)插在主机板的扩展槽上,并与电源、软/硬盘驱动器和光驱等装在同一机箱内,再配上系统软件,就构成了一台完整的微型计算机系统。微型计算机硬件组成如图 1-2 所示。

(2) 单板微型计算机。将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片和简单的 I/O 设备(小键盘、LED 显示器)等装配在一块印刷电路板上,再配上监控程序(固化在 ROM 中),就构成了一台单板微型计算机(简称单板机)。单板微型计算机组成如图 1-3 所示,它主要应用于工业控制器、家用电器等。

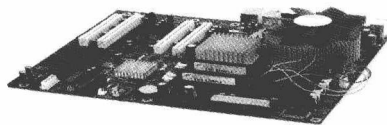


图 1-2 微机主板

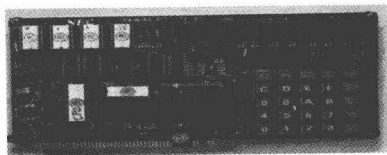


图 1-3 单板微型计算机

(3) 单片微型计算机。在一片大规模集成电路芯片上集成微处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、I/O 接口电路,就构成了单芯片微型计算机,简称单片机。AT89C5X 单片机如图 1-4 所示。单片机主要应用于智能仪表、智能传感器、智能家电、智能办公设备、汽车及军事电子设备等应用系统。

单片机体积小、价格低、可靠性高,其非凡的嵌入式应用形态对于满足嵌入式应用需求具有独特的优势。



DIP



PLCC

图 1-4 AT89C5X 单片机

### 1.1.2 单片机内部结构及单片机应用系统组成

#### 1. 单片机内部结构

单片机内部结构示意图如图 1-5 所示。将微处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、基本输入/输出(I/O)接口电路、定时器/计数器和中断系统等部件制作在一块大规模集成电路芯片上,就构成一个完整的单片微型计算机。

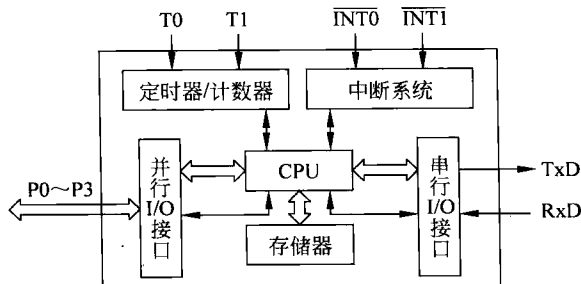


图 1-5 单片机内部结构示意图

## 2. 单片机应用系统的组成

单片机应用系统的组成如图 1-6 所示。单片机应用系统是以单片机为核心,再加上接口电路及外设等硬件电路和软件构成的。因此,设计人员必须分别从硬件和软件的角度来研究单片机,才能开发出单片机应用系统和产品。

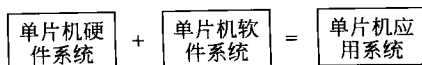


图 1-6 单片机应用系统的组成

### 1.1.3 80C51 单片机系列

Intel 公司生产的 MCS 系列单片机,尽管型号很多,但从目前来看,使用最为广泛的是 MCS-51 单片机。本书主要研究 MCS-51 系列 8 位单片机 80C51。

80C51 系列单片机的分类如表 1-1 所示。表 1-1 中列出了 80C51 单片机系列的芯片型号及主要技术指标,读者由此可对 80C51 单片机系列有一个全面的了解。下面将在表 1-1 的基础上进一步对 80C51 系列单片机做一些说明。

表 1-1 80C51 系列单片机分类表

分 类	芯片型号	存储器类型及字节数		片内其他功能单元数量/个				
		ROM/KB	RAM/B	并口	串口	定时器/计数器	中断源	
总线型	基本型	80C31	—	128	4	1	2	5
		80C51	4(掩膜)	128	4	1	2	5
		87C51	4	128	4	1	2	5
		★89C51	4(Flash)	128	4	1	2	5
		89S51	4(ISP)	128	4	1	2	5
	增强型	80C32	—	256	4	1	3	6
		80C52	8(掩膜)	256	4	1	3	6
		87C52	8	256	4	1	3	6
		★89C52	8	256	4	1	3	6
		89S52	8(ISP)	256	4	1	3	6
非总线型	89C2051	2(Flash)	128	2	1	2	5	
	★89C4051	4(Flash)		2	1	2	5	

注: ① 表中加★的被 ATMEL 公司的 AT89S51/89S52 新产品所取代,新产品具有 ISP(在系统编程)功能,使用非常方便,实际应用时应首选。

② 89C51 已停产。

#### 1. 基本型和增强型

80C51 系列又分为基本型(51 子系列)和增强型(52 子系列)两个子系列,以芯片型号的最末位数字是 1 还是 2 来区别。从表 1-1 所列内容中可以看出,增强型的增强功能如下所述。

- (1) 片内 ROM 从 4KB 增加到 8KB;
- (2) 片内 RAM 从 128B 增加到 256B;
- (3) 定时器/计数器从 2 个增加到 3 个;
- (4) 中断源从 5 个增加到 6 个。

#### 2. 芯片中“C”和“S”的含义

MCS-51 系列单片机采用两种半导体工艺生产,一种是高速度、高密度和短沟道 HMOS



工艺,另外一种是高速度、高密度和低功耗的互补金属氧化物的 CHMOS 工艺。在表 1-1 中,芯片型号中带有字母“C”的是 CHMOS 芯片,不带“C”的为一般的 HMOS 芯片。

带“C”的芯片具有低功耗(例如,8051 的功耗为 630mW,80C51 的功耗只有 120mW)的特点之外,还具有各 I/O 口电平既与 TTL 电平兼容,也与 CMOS 电平兼容的特点。

对于 AT89S51/89S52 这种型号中带“S”的系列产品,其最大的特点是具有在系统可编程功能。用户只要连接好下载电路,就可以在不拔下 51 芯片的情况下,直接在系统中编程。在编程期间,系统是不能运行程序的。

### 3. 片内 ROM 程序存储器配置形式

80C51 单片机的片内程序存储器有 4 种配置形式,即掩膜 ROM、EPROM、Flash ROM 和没有(无 ROM)。这 4 种配置形式对应 4 种不同的单片机芯片,它们各有特点,也各有其适用场合,在使用时应根据需要来选择,具体说明如下:

(1) 无 ROM(即 ROMLess),即 80C31 单片机片内无程序存储器,应用时要在片外扩展程序存储器。

(2) 掩膜 ROM(即 MaskROM)型,只能一次性由芯片生产厂商写入,用户无法写入。

(3) EPROM 型,通过紫外光照射擦除,用户通过写入装置写入程序。

(4) Flash ROM 型,程序可以用电写入或电擦除(当前常用方式)。

### 4. 单片机的环境温度问题

单片机应用中的环境温度问题,是指单片机应用中的抗干扰特性和温度特性。由于单片机的应用是面向工业现场的,因此,它应具有很强的抗干扰能力,这是其他计算机无法相比的。单片机的温度特性与其他集成电路芯片一样,按所能适应的环境温度分为如下 3 个等级:民用级( $0\sim+70^{\circ}\text{C}$ )、工业级( $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ )和军用级( $-65\sim+125^{\circ}\text{C}$ )。在工业应用中,应根据现场环境温度来选择单片机芯片。

### 5. 80C51 与 AT89C51 的区别

Intel 公司在 1980 年推出 80C51 系列单片机。由于 80C51 单片机应用早,影响面很大,已经成为工业标准。后来,很多著名厂商如 Atmel、Philips 等公司申请了版权,生产了各种与 80C51 兼容的单片机系列。虽然其制造工艺在不断地改进,但内核没有变化,指令系统完全兼容,而且大多数管脚也兼容。因此,我们称这些与 80C51 内核相同的单片机为 80C51 系列单片机或 51 系列单片机。

由于 80C51 单片机是早期产品,用户无法将自己编写的应用程序烧写到单片机内的存储器,只能将程序交由芯片厂商代为烧写,并且是一次性的。8751 单片机的内部存储器有了改进,用户可以将自己编写的程序写入单片机的内部存储器,但需要用紫外线灯照射 25 分钟以上再烧写,烧写次数和电压也是有一定限制的。

AT89C51 单片机是 Atmel 公司 1989 年生产的产品。Atmel 公司率先把 80C51 内核与 Flash 技术相结合,推出了轰动业界的 AT89 系列单片机。AT89C51 单片机的指令系统、管脚完全与 80C51 兼容。

### 6. AT89C51 与 AT89S51 的区别

AT89S51 单片机对 AT89C51 单片机进行了很多改进,新增加了很多功能,性能有了