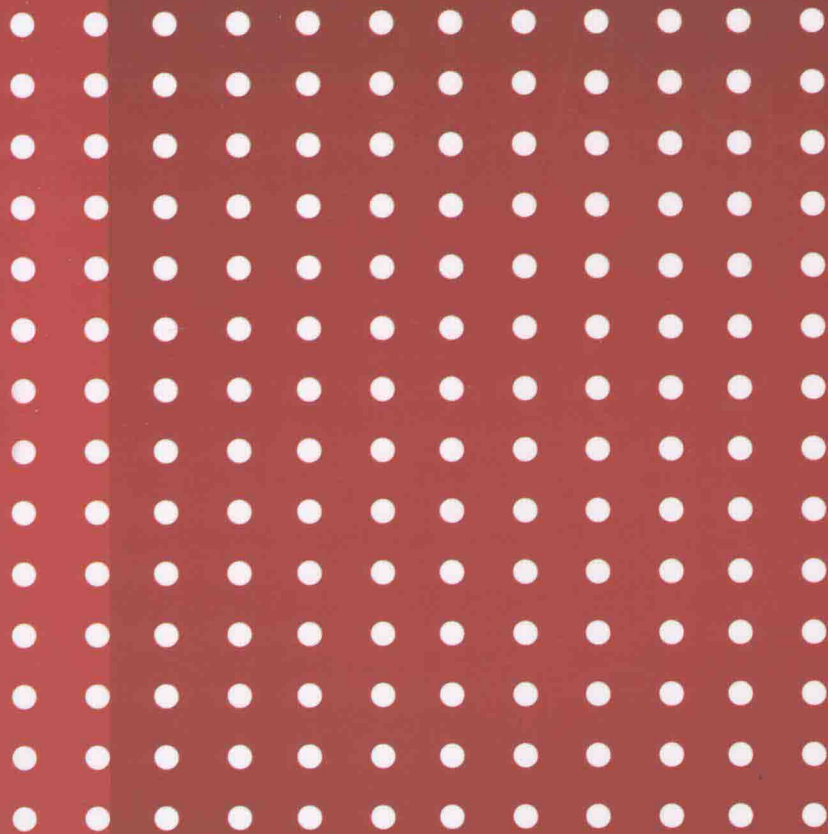


21世纪高等学校电子信息工程规划教材

单片机原理与接口技术 (C语言版)

周国运 主编

鲁庆宾 赵天翔 副主编



清华大学出版社

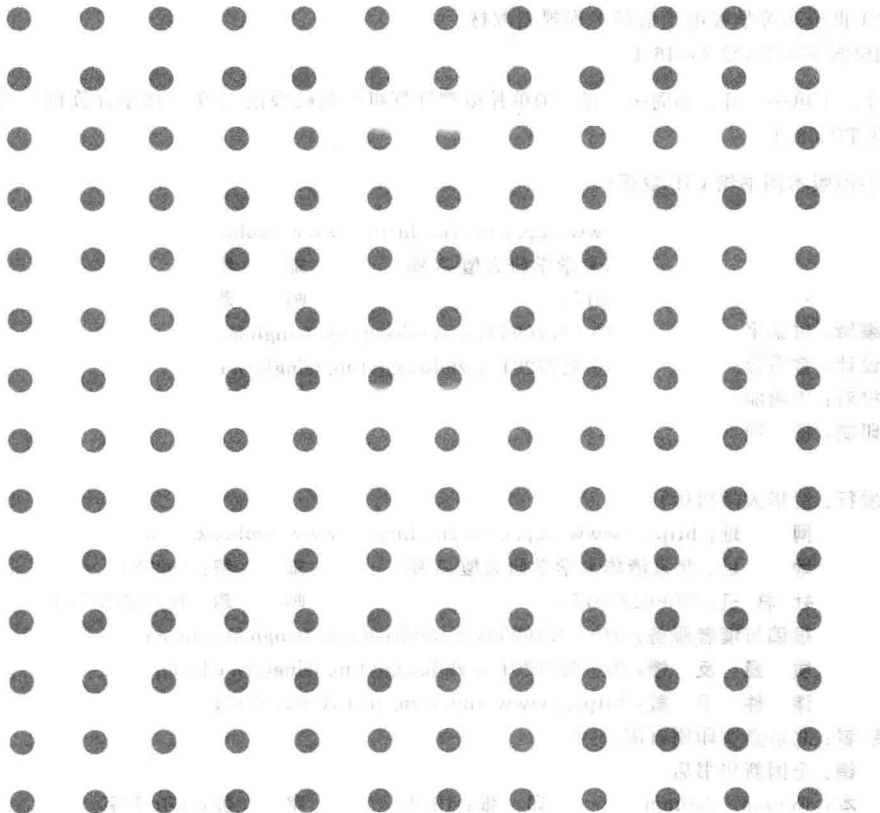


21世纪高等学校电子信息工程规划教材

单片机原理与接口技术 (C语言版)

周国运 主编

鲁庆宾 赵天翔 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以应用最广泛的 MCS-51 增强型单片机为对象,系统地讲解了单片机结构与原理、编程方法、接口及应用。内容包括单片机软硬件开发工具, MCS-51 单片机结构原理、指令系统、单片机 C 语言及编程、中断、定时器、串行口、系统扩展接口、人机交互接口、开关量和模拟量接口,以及单片机应用实例。

本书从教学和初学者的角度讲解单片机的基本内容和应用,概念清晰准确;以 C 语言为主要编程语言,讲解、举例编程均用 C 语言(有汇编语言对照);以程序开发软件 Keil C、电路设计模拟运行调试软件 Proteus 为教学、学习和训练工具。理论与实践紧密结合。

本书适合作具有 C 语言基础的计算机、电子、通信、自动化、电气、测控技术与仪器等专业的本科学生的教材,也可以作为各种培训机构的教材,或供相关工程技术人员和自学者参考使用。

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

单片机原理与接口技术:C语言版/周国运主编.--北京:清华大学出版社,2014

21世纪高等学校电子信息工程规划教材

ISBN 978-7-302-34946-4

I. ①单… II. ①周… III. ①单片微型计算机—基础理论 ②单片微型计算机—接口技术
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 321309 号

责任编辑:付弘宇

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:470千字

版 次:2014年3月第1版 印 次:2014年3月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50元

产品编号:055859-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大和产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新其教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平电子信息类专业课程教材。目前,工程型和应用型学科专业电子信息类专业课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的电子信息类专业教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业电子信息教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型电子信息类专业课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点:

(1) 系列教材主要是电子信息学科基础课程教材,面向工程技术应用的培养。本系列教材在内容上坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调工程实践和应用环节。电子信息学科历经了一个多世纪的发展,已经形成了一个完整、科学的理论体系,这些理论是这一领域技术发展的强大源泉,基于理论的技术创新、开发与应用显得更为重要。

(2) 系列教材体现了电子信息学科使用新的分析方法和手段解决工程实际问题。利用计算机强大功能和仿真设计软件,使电子信息领域中大量复杂的理论计算、变换分析等变得快速简单。教材充分体现了利用计算机解决理论分析与解算实际工程电路的途径与方法。

(3) 系列教材体现了新技术、新器件的开发应用实践。电子信息产业中仪器、设备、产品都已使用高集成化的模块,且不仅仅由硬件来实现,而是大量使用软件和硬件相结合的方法,使产品性价比很高。如何使学生掌握这些先进的技术、创造性地开发应用新技术是本系列教材的一个重要特点。

(4) 以学生知识、能力、素质协调发展为宗旨,系列教材编写内容充分注意了学生创新能力和实践能力的培养,加强了实验实践环节,各门课程均配有独立的实验课程和课程

设计。

(5) 21世纪是信息时代,学生获取知识可以是多种媒体形式和多种渠道的,而不再局限于课堂上,因而传授知识不再以教师为中心,以教材为唯一依托,而应该多为学生提供各种学习资料(如网络教材,CAI课件,学习指导书等)。应创造一种新的学习环境(如讨论,自学,设计制作竞赛等),让学生成为学习主体。该系列教材以计算机、网络和实验室为载体,配有多种辅助学习资料,可提高学生学习兴趣。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21世纪高等学校电子信息工程规划教材编委会

联系人:魏江江 weijj@up.tsinghua.edu.cn

前 言

MCS-51 单片机虽然走过了 30 多年的历史,但它因其独特的系统结构、不断增加的片内设备以及强大的指令系统,不仅没有被历史淘汰,而且依然是单片机中的主流。随着技术的发展和应用的需求,MCS-51 单片机片内设备越来越丰富,应用也越来越多,所以 MCS-51 单片机仍然是单片机教学的主要对象。

作者结合多年来讲授单片机、微机原理与接口技术和 C 语言等课程的教学体会,以及从事单片机、计算机项目开发的经验,在《单片机原理及应用(C 语言版)》教材的基础上,经过修改编写成本教材,在内容的组织和讲解方面,以初学者为对象。本书主要有以下特点。

一是以增强型单片机 89C52 为对象讲解。当今在实际中使用的单片机多数是增强型,而现在又多用 C 语言编程,程序的长度很容易超过 4KB,另外增强型单片机的价格比 89C51 高得多,并且有更多的片内设备。书中讲解了增强型片内高 128 字节的存储器,定时器/计数器 2 的多种用途,片内的 A/D 转换器等。

二是以 C 语言作为主要编程语言,注重编程能力的培养,用一章内容讲解了单片机的 C 语言。在实际应用中,程序设计多以 C 语言为主,汇编语言为辅,为了适应实际工作的需要,必须要掌握 C 语言编程。本书在讲解第 2 章单片机结构原理时,就引入了 C51 的概念,强调存储区域概念;在第 4 章的“单片机 C 语言及程序设计”之后,内容的讲解、编程举例、程序设计,都采用 C 语言,并且在第 5、6、7 章介绍单片机的基本内容时,为了便于学习汇编语言,也列出了汇编语言程序。

三是 C 语言这章更具特色,精选内容,结合单片机的实际讲解 C 语言。本章只讲了与单片机结构密切相关的、与普通 C 语言不同的内容:变量的定义、特殊功能寄存器的定义、位变量的定义、指针的定义、C51 的输入/输出、C51 函数的定义、汇编语言与 C 语言混合编程,没有涉及 C 语言的基础内容,因为现在理工科学校都开设了 C 语言课程。内容讲解透彻,各个定义格式明确、格式中属性阐述准确,并且在每一种定义中都写有“使用说明”或“注意”,这些都是作者应用经验的总结。例子、思考题习题(30 个)都是结合作者对内容的理解、实际应用编写的,学完该章后,对 C 语言在单片机中的应用没有任何障碍。

四是注意开发工具应用、实践能力的培养。书中第 1 章就专门介绍了程序开发软件 Keil C 和单片机电路设计、系统模拟运行软件 Proteus 的使用方法,教师稍加引导就可以做一些简单的 I/O 口实验。书中的例题尽可能地使用 Proteus 绘制单片机应用电路,其程序在电路中模拟运行。书中的部分习题要求用 Keil C 编程,用 Proteus 绘制电路并模拟运行程序。

五是注意接口能力的培养。接口概念明确,真正理解接口含义,8255A 是典型的接口芯片,通过该芯片的介绍,能够较全面地理解接口的相关概念和接口的功能(从简单和实用的角度考虑,只讲了 8255A 的工作方式 0)。重视接口时序的分析和应用,几乎在每个接口

中都有体现,使读者能够正确使用各种接口芯片。

六是提出了多个新概念,以方便讲解和理解相关内容。在第4章提出了“变量存储区(域)”和“设备变量”的概念。“变量存储区(域)”的概念在《单片机原理及应用(C语言版)》中首次提出,该概念符合单片机变量保存位置区域的特征,并且与ANSI C变量属性(存储类型)不冲突。“设备变量”的概念为本书首次提出,虽然该概念不是必需的,但“设备变量”本身访问过程的复杂性和它的特指性,对于初学者理解、掌握这类访问过程复杂的变量会有帮助,对于教师则方便讲解。第5章提出了“中断通道”的概念,该概念符合串行口、定时器T2中断结构的特征,使中断结构的相关概念更清晰,容易理解中断系统结构,方便教师讲解(见表5-1)。

本书由周国运任主编,组织内容及统稿,并且编写了1.5节~1.6节、第2~4章及附录,赵天翔编写了1.1节~1.4节和第5、6、8章,鲁庆宾编写了第7、9~11章。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请同行和读者批评指正。作者邮箱:zhouguoyun@sina.com。

编者

2013年10月

目 录

第 1 章 单片机及其开发工具	1
1.1 单片机的基本概念	1
1.2 单片机的发展	1
1.2.1 单片机的发展历史	1
1.2.2 单片机技术的发展	3
1.3 单片机的特点及应用	4
1.3.1 单片机的特点	4
1.3.2 单片机的应用	5
1.4 常用单片机简介	5
1.4.1 MCS-51 系列单片机	5
1.4.2 ATMEL89 系列单片机	6
1.4.3 STC 系列单片机	8
1.4.4 常见的其他系列单片机	8
1.5 单片机程序开发软件 Keil C 简介	9
1.5.1 Keil C 集成工具	10
1.5.2 Keil C 操作方法	10
1.5.3 Keil C 程序开发方法	13
1.5.4 Keil C 调试运行方法	17
1.6 单片机系统模拟软件 Proteus 简介	20
1.6.1 Proteus ISIS 操作方法	21
1.6.2 Proteus ISIS 原理图设计方法	25
1.6.3 Proteus ISIS 原理图设计举例	28
1.6.4 Proteus ISIS 电路模拟运行方法	30
思考题与习题	30
第 2 章 MCS-51 单片机的结构与原理	32
2.1 MCS-51 单片机的内部结构及 CPU	32
2.1.1 MCS-51 单片机的结构及特点	32
2.1.2 MCS-51 单片机的内部原理结构	33
2.1.3 MCS-51 单片机的 CPU	33
2.2 MCS-51 单片机的引脚与总线结构	36

2.2.1	MCS-51 单片机的引脚信号及功能	36
2.2.2	MCS-51 单片机的外部总线结构	39
2.3	MCS-51 单片机的存储器结构	40
2.3.1	程序存储器结构	40
2.3.2	片内数据存储器结构	41
2.3.3	片外数据存储器结构	44
2.4	MCS-51 单片机的时钟及 CPU 时序	45
2.4.1	时钟电路及时钟信号	45
2.4.2	CPU 时序	46
2.5	MCS-51 单片机的复位	47
2.5.1	复位状态	47
2.5.2	复位电路	48
2.6	MCS-51 单片机的低功耗工作方式	49
2.6.1	低功耗工作结构及控制	49
2.6.2	空闲工作方式	50
2.6.3	掉电工作方式	50
2.7	MCS-51 单片机的输入/输出端口	51
2.7.1	P1 口	51
2.7.2	P2 口	53
2.7.3	P3 口	53
2.7.4	P0 口	54
2.7.5	端口负载能力和接口要求	55
	思考题与习题	56
第 3 章	MCS-51 指令系统及汇编程序设计	58
3.1	汇编语言概述	58
3.1.1	指令和机器语言	58
3.1.2	汇编语言	59
3.1.3	汇编语言格式	59
3.2	MCS-51 单片机寻址方式	61
3.2.1	立即数寻址	61
3.2.2	寄存器寻址	61
3.2.3	直接寻址	62
3.2.4	寄存器间接寻址	63
3.2.5	变址寻址	64
3.2.6	位寻址	64
3.2.7	指令寻址	64
3.2.8	寻址空间及指令中符号注释	65
3.3	MCS-51 单片机指令系统	66

3.3.1	数据传送指令	66
3.3.2	算术运算指令	71
3.3.3	逻辑操作指令	74
3.3.4	控制程序转移指令	76
3.3.5	位操作指令	80
3.4	MCS-51 单片机伪指令	82
3.5	汇编语言程序设计	84
3.5.1	简单程序设计	84
3.5.2	分支程序设计	85
3.5.3	循环程序设计	86
3.5.4	子程序设计	88
	思考题与习题	90
第 4 章	单片机 C 语言及程序设计	93
4.1	C51 概述	93
4.1.1	C 语言编程的优势	93
4.1.2	C51 与 ANSI C 的区别	94
4.1.3	C51 扩充的关键字	95
4.2	C51 数据类型及存储	96
4.2.1	C51 的数据类型	96
4.2.2	C51 数据的存储	97
4.3	C51 一般变量的定义	98
4.3.1	C51 变量的定义格式	98
4.3.2	C51 变量的存储类型	99
4.3.3	C51 变量的存储区	99
4.3.4	C51 变量定义举例	100
4.3.5	C51 变量的存储模式	101
4.3.6	C51 变量的绝对定位	102
4.3.7	C51 设备变量的概念	102
4.4	C51 特殊功能寄存器的定义	103
4.4.1	8 位特殊功能寄存器的定义	103
4.4.2	16 位特殊功能寄存器的定义	103
4.5	C51 位变量的定义	104
4.5.1	bit 型位变量的定义	104
4.5.2	sbit 型位变量的定义	105
4.6	C51 指针与结构体的定义	106
4.6.1	通用指针	106
4.6.2	存储器专用指针	107
4.6.3	指针变换	108

4.6.4	C51 指针应用	108
4.6.5	C51 结构体定义	112
4.7	C51 的输入/输出	112
4.7.1	基本输入/输出函数	113
4.7.2	格式输出函数 printf	113
4.7.3	格式输入函数 scanf	114
4.8	C51 函数的定义	116
4.8.1	C51 函数定义的一般格式	116
4.8.2	C51 中断函数的定义	117
4.9	C51 与汇编语言混合编程	118
4.9.1	在 C51 函数中嵌入汇编程序	118
4.9.2	C51 程序与汇编程序混合编程	119
	思考题与习题	124
第 5 章	MCS-51 单片机中断系统	127
5.1	中断系统概述	127
5.1.1	中断的基本概念	127
5.1.2	中断的功能	127
5.2	中断系统结构、原理及控制	128
5.2.1	中断系统结构与原理	128
5.2.2	中断通道和中断源	129
5.2.3	外中断触发方式	130
5.2.4	中断请求标志	130
5.2.5	中断允许控制	132
5.2.6	中断优先级控制	133
5.3	中断响应及处理过程	134
5.3.1	中断响应	135
5.3.2	中断处理和中断返回	136
5.4	外部中断应用举例	137
5.4.1	中断应用程序结构	137
5.4.2	外部中断应用举例	140
	思考题与习题	143
第 6 章	MCS-51 单片机定时器/计数器	145
6.1	单片机定时器/计数器的结构及原理	145
6.1.1	单片机定时器/计数器结构	145
6.1.2	单片机定时器/计数器的工作原理	146
6.2	定时器/计数器 T0、T1	146
6.2.1	T0、T1 的特殊功能寄存器	146

6.2.2	T0、T1 的工作模式	148
6.2.3	T0、T1 的使用方法	150
6.3	定时器/计数器 T2	155
6.3.1	T2 的特殊功能寄存器	155
6.3.2	T2 的工作方式	156
6.4	定时器/计数器应用举例	160
	思考题与习题	168
第 7 章	MCS-51 单片机串行口	170
7.1	串行通信基础知识	170
7.1.1	数据通信	170
7.1.2	异步通信和同步通信	171
7.1.3	波特率	172
7.1.4	通信方向	172
7.1.5	串行通信接口种类	173
7.2	串行口结构及控制	173
7.2.1	MCS-51 单片机串行口结构	173
7.2.2	串行口特殊功能寄存器	174
7.2.3	波特率设计	176
7.3	串行口工作方式	178
7.3.1	串行口方式 0	178
7.3.2	串行口方式 1	180
7.3.3	串行口方式 2 和方式 3	181
7.4	串行口应用举例	182
7.4.1	串行口方式 0 应用	182
7.4.2	串行口方式 1、方式 3 应用	185
7.5	单片机与 PC 通信接口电路	189
7.5.1	接口芯片 MAX232 简介	189
7.5.2	单片机与 PC 串行通信接口电路	190
	思考题与习题	191
第 8 章	单片机系统扩展接口技术	193
8.1	接口的基本概念	193
8.1.1	单片机应用系统构成	193
8.1.2	接口的概念	194
8.1.3	接口的基本功能	194
8.1.4	接口的结构	194
8.1.5	端口及编址	195
8.2	用并行方式扩展数据存储器	196

8.2.1	MCS-51 单片机三总线结构	196
8.2.2	常用的数据存储器	197
8.2.3	单片机访问片外 RAM 的操作时序	198
8.2.4	扩展数据存储器	199
8.3	用简单芯片扩展并行 I/O 口	200
8.3.1	扩展 I/O 口常用的门电路芯片	200
8.3.2	简单扩展 I/O 口举例	200
8.4	用可编程芯片扩展并行 I/O 口	201
8.4.1	8255A 的结构	202
8.4.2	8255A 的引脚定义	203
8.4.3	8255A 的控制字	203
8.4.4	8255A 的工作方式	205
8.4.5	8255A 的应用举例	205
8.5	用串行方式扩展数据存储器	207
8.5.1	I ² C 总线	207
8.5.2	I ² C 总线扩展存储器	211
	思考题与习题	214
第 9 章	单片机人机交互接口技术	216
9.1	键盘接口技术	216
9.1.1	键盘基本问题	216
9.1.2	键盘结构及处理程序	217
9.1.3	中断扫描方式	222
9.2	LED 显示器及接口技术	222
9.2.1	LED 显示器结构及原理	222
9.2.2	LED 显示器显示方式	223
9.2.3	LED 显示器与单片机的接口及程序	224
9.3	LCD 显示器及接口技术	226
9.3.1	字符式 LCD LM016L	226
9.3.2	点阵式 LCD AMPIRE12864	229
	思考题与习题	234
第 10 章	单片机模拟量、开关量接口技术	236
10.1	A/D 转换器及接口技术	236
10.1.1	并行接口 A/D 转换器 ADC0809 及接口技术	236
10.1.2	串行接口 A/D 转换器 TLC2543 及接口技术	240
10.1.3	单片机片内 A/D 转换器及应用	244
10.2	D/A 转换器及接口技术	246
10.2.1	并行接口 D/A 转换器 DAC0832 及接口技术	246
10.2.2	串行接口 D/A 转换器 TLC5615 及接口技术	250

10.3 开关量输出接口技术	252
10.3.1 光电耦合器件接口技术	252
10.3.2 继电器接口技术	253
10.3.3 直流电机控制接口技术	254
10.3.4 步进电机控制接口技术	255
思考题与习题	256
第 11 章 单片机应用实例	258
11.1 单片机应用开发方法	258
11.1.1 总体设计	258
11.1.2 硬件设计	259
11.1.3 软件设计	260
11.1.4 系统调试与测试	261
11.2 基于单片机的计算器设计	261
11.2.1 系统电路设计	261
11.2.2 系统功能设计	262
11.2.3 系统程序设计	263
11.3 基于单片机的万年历设计	266
11.3.1 实时时钟芯片 DS1302 简介	266
11.3.2 数字温度传感器 DS18B20 简介	269
11.3.3 系统电路设计	274
11.3.4 系统功能设计	275
11.3.5 系统程序设计	275
课程设计题目	278
附录 A ASCII 码表	279
附录 B MCS-51 指令表	280
附录 C C51 库函数	284
C.1 寄存器头文件	284
C.2 字符函数	284
C.3 一般 I/O 函数	285
C.4 标准函数	287
C.5 数学函数	288
C.6 内部函数	289
C.7 字符串函数	290
C.8 绝对地址访问函数	292
附录 D LCD1602 字符表	293
参考文献	294

第 1 章 单片机及其开发工具

本章内容包括单片机概述和单片机开发工具两个部分。介绍了单片机的概念、发展概况、应用及特点,以及一些常用的单片机;开发工具介绍程序开发软件 Keil C,电路设计及仿真调试软件 Proteus。通过本章的学习,对单片机有一个基本的认识,基本掌握用 Keil C 和 Proteus 开发单片机程序,设计系统电路以及仿真调试的方法,为学好单片机打下基础。

1.1 单片机的基本概念

大家都知道计算机由控制器、运算器、存储器和输入/输出设备五大部分组成。那么,什么是单片机呢?简单来说,单片机就是把计算机除了输入/输出设备以外的其他组成部分集成在一块集成电路芯片上构成的。单片机具有计算机的基本功能,因此叫做单片微型计算机(Single Chip Micro-Computer, SCM),简称单片微机、单片机。

单片机内部集成有微处理器、程序存储器、数据存储器、中断系统、定时器/计数器以及 I/O 接口电路等,相当于微型计算机的主机部分部件,如图 1-1 虚线框内所示。

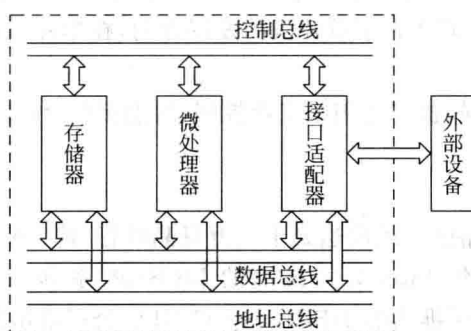


图 1-1 单片机的组成

1.2 单片机的发展

1.2.1 单片机的发展历史

1. 4 位单片机阶段

1975 年美国德州仪器公司(TI)首次推出 4 位单片机 TMS-1000,而后各个计算机生产

公司都竞相推出 4 位单片机。例如美国国家半导体公司(National Semiconductor)的 COP402 系列,日本电气公司(NEC)的 μ PD75XX 系列,美国洛克威尔公司(Rockwell)的 PPS/1 系列,日本松下公司的 MN1400 系列,富士通公司的 MB88 系列等。

4 位单片机主要应用于家用电器、电子玩具等领域。

2. 8 位单片机阶段

1976 年 9 月美国 Intel 公司率先推出了 MCS-48 系列 8 位单片机,此后单片机发展进入了一个新的阶段,8 位单片机纷纷应运而生。例如,莫斯特克(Mostek)和仙童(Fairchild)公司共同合作生产的 3870(F8)系列,摩托罗拉(Motorola)公司的 6801 系列等。

1978 年以前各厂家生产的 8 位单片机,由于受集成度(几千只晶体管/片)的限制,一般没有串行接口,并且寻址空间的范围小(小于 8KB),从性能上看属于低档 8 位单片机。

随着集成电路工艺水平的提高,在 1978 年到 1983 年间集成度提高到几万只晶体管/片,因而一些高性能的 8 位单片机相继问世。例如,1978 年摩托罗拉公司的 MC6801 系列,齐洛格(Zilog)公司的 Z8 系列,1979 年 NEC 公司的 μ PD78XX 系列,1980 年 Intel 公司的 MCS-51 系列。这类单片机的寻址能力达 64KB,片内 ROM 容量达 4~8KB,片内除带有并行 I/O 口外,还有串行 I/O 口,甚至有些还有 A/D 转换器功能。因此,把这类单片机称为高档 8 位单片机。

在高档 8 位单片机的基础上,单片机功能进一步得到提高,后来还推出了超 8 位单片机。如 Intel 公司的 8X252、UPI-45283C152,齐洛格公司的 Super8,摩托罗拉公司的 MC68HC 等,它们不但进一步扩大了片内 ROM 和 RAM 的容量,而且增加了通信功能、DMA 传输功能以及高速 I/O 功能等。自 1985 年以来,各种高性能、大存储容量、多功能的超 8 位单片机不断涌现,它们代表了单片机的发展方向,在单片机应用领域发挥着越来越大的作用。

8 位单片机由于功能强,被广泛用于工业控制、智能接口、仪器仪表等各个领域。

3. 16 位单片机阶段

1983 年以后,集成电路的集成度达到十几万只晶体管/片,16 位单片机逐渐问世。这一阶段的代表产品有 1983 年 Intel 公司推出的 MCS-96 系列,1987 年 Intel 公司推出的 80C96,美国国家半导体公司推出的 HPC16040 和 NEC 公司推出的 783XX 系列等。

16 位单片机把单片机的功能又推向了一个新的阶段。如 MCS-96 系列的集成度为 12 万只晶体管/片,片内含 16 位 CPU、8KB ROM、232B 的 RAM、5 个 8 位并行 I/O 口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时器/计数器、8 级中断处理系统。MCS-96 系列还具有多种 I/O 功能,如高速输入/输出(HSIO)、脉冲宽度调制(PWM)输出、特殊用途的监视定时器(Watchdog)等。

16 位单片机可用于高速复杂的控制系统。

4. 32 位单片机

近年来,各计算机生产厂家已进入更高性能的 32 位单片机研制、生产阶段。由于控制领域对 32 位单片机需求并不十分迫切,所以 32 位单片机的应用并不是很多。

需要提及的是,单片机的发展虽然按先后顺序经历了4位、8位、16位和32位等阶段,但从实际使用情况看,并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4位、8位、16位单片机仍各有应用领域,如4位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用,8位单片机在中、小规模应用场合仍占主流地位,16位、32位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

1.2.2 单片机技术的发展

1. 片内程序存储器的发展

程序存储器(ROM)用于存放程序和表格等固定数据,掉电数据不丢失,每种单片机在其内部都会有0~64K容量不等的ROM。如果单片机片内ROM空间不够,可以在单片机外部扩展ROM,但建议尽量避免外扩ROM。51系列单片机有1000多种型号,一定可以找到内部ROM容量符合要求的单片机。

程序存储器的发展历程:由掩膜ROM(只读的),发展到可编程ROM(PROM,写入内容后不能修改),到EPROM(电信号编程,紫外线擦除),再到E²PROM(电信号编程,电信号擦除),最后是大行其道的Flash ROM(电擦除,速度快,成本低)。

目前市面上单片机的ROM主要有Flash Memory和OTP(One Time Programmable,一次性可编程)两种,PROM、EPROM等形式的单片机已经很少见了。就开发而言,Flash Memory的单片机更加合适,如宏晶公司的STC89CXX单片机,ATMEL公司的AT89CXX单片机等。

2. 看门狗定时器(WDT)

单片机在运行时由于干扰等原因,可能会出现程序运行混乱。这时为了尽快将程序纳入正途,常常用软件或硬件的方法发现混乱并纠正。看门狗电路就是在CPU处于软件混乱时使系统恢复正常工作的一种方法。现在不少的单片机都集成有硬件的看门狗电路。

WDT由看门狗计数器和看门狗控制寄存器(WDT_CONTR)组成。WDT默认设置为无效,若启动WDT,需要对看门狗控制寄存器进行写操作,以设置时钟分频值、计数器清零、启动看门狗等控制字,使WDT启动工作。在时钟分频后脉冲信号的作用下,每一个脉冲看门狗计数器加1,当计数溢出后,看门狗使CPU复位,单片机从头开始运行,使跑飞的或死循环的单片机恢复正常工作;如果在计数溢出之前又把控制字重新写入了控制寄存器,则计数器从0开始计数,不影响程序的正常运行。在设置看门狗控制寄存器时,看门狗的定时时间应该大于程序运行的最长时间,通过调整时钟分频值设置(如STC89系列单片机),写看门狗控制寄存器应放在主程序的循环体中。

3. 节电模式

节电模式分为空闲方式和掉电方式。

在空闲方式下,CPU自身进入睡眠状态,但片上其他外围部件处于激活状态。这种方式由软件设置。在空闲方式期间,片内RAM和所有特殊功能寄存器的内容保持不变。空闲方式可被任何允许的中断或硬件复位来终止。当空闲方式由硬件复位终止时,通常系统