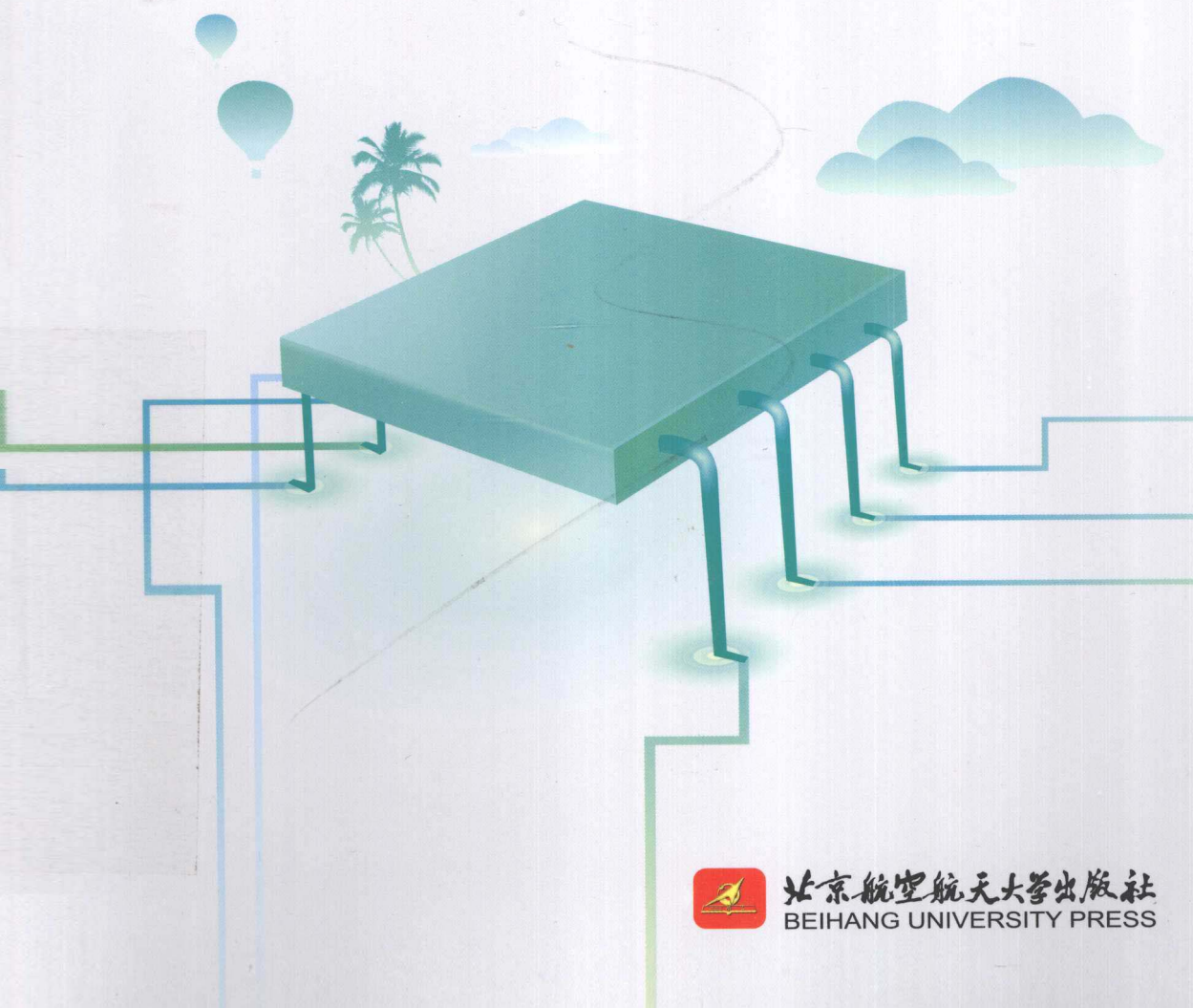


单片机系统 设计基础

王 雷 王幸之 陈志军 编著
赵英宝 钟爱琴



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统介绍了 80C51 及其兼容型单片机的性能结构、指令系统、编程方法、接口设计、抗干扰技术和系统设计方法。全书共分 9 章,内容深入浅出,通俗易懂,突出重点,有较丰富的实例和练习题,便于读者理解和记忆。

本书可作为本科院校自动化、计算机应用、仪器仪表、机电一体化等有关专业的教材,也可供从事单片机系统应用设计、产品开发和维修的广大科技人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

单片机系统设计基础 / 王雷等编著. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2012.5

ISBN 978-7-5124-0784-8

I. ①单… II. ①王… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 065469 号

版权所有,侵权必究。

单片机系统设计基础

王 雷 王幸之 陈志军 编著
赵英宝 钟爱琴

责任编辑 陈 旭

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:27.5 字数:602 千字

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0784-8 定价:49.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

单片机自问世以来,随着大规模集成电路的发展,其性能日趋完备、可靠性增强、经济成本下降,已成为电气自动化技术、仪器仪表领域以及计算机控制等相关专业的新产品开发和旧设备更新换代的重要技术手段,并取得了可观的经济效益和技术效果。

当前,我国高等院校有关专业均设置了单片机课程。单片机及其应用系统已成为高等院校有关专业本科学生在校期间以及将来择业、深造所必备的重要基础知识和技能。本书是作者结合多年的单片机教学和实践经验,并参考了国内有关院校的教材编写而成的。

与通用计算机相比,单片机的重要特征是具有较强的控制功能。同传统的电气控制和数字电子技术相比,单片机具有很强的软件功能,可以通过灵活的编程去完成某些传统手段依赖硬件方可实现的性能。与此同时,单片机的指令执行过程又与本身的硬件结构紧密相关。本书在叙述中将硬件与软件紧密结合,具体体现在讲述某些有关控制指令时,结合了相关时序、寻址方式、机器码特征以及扩展时控制信号的产生过程。

单片机系统的成功应用,不仅有赖于正确的软件和硬件设计,而且必须具有较强的抗干扰能力。本书详尽介绍了有关抗干扰设计的基础知识和技能,并贯穿于系统扩展设计之中。

学生在学习单片机之前,尽管已具备某些电子技术、计算机方面的基础知识,但本身实践经验的不足成为学习实践性很强的单片机技术的障碍。本书在叙述过程中,力争做到重点突出、通俗易懂,并根据作者的教学经验,对于学生在学习过程中易出现的误解加以提示,并比较归纳。书中配备了必要的实例,有助于加深学生对知识的理解。

单片机传入我国之后,早期主要是以 80C51 系列单片机(尤其是 80C31 型号)为主。随着技术的进步,出现了与 80C51 兼容、性能更加优越的单片机,称之为 80C51 兼容型单片机(如 AT89C51)。本书在主讲机型选择上既考虑到技术的传承性,又考虑到技术的先进性,具体体现在讲述单片机基本原理与结构时,以 80C51 单片机作为主讲机型;同时,对先进的单片机(AT89C51)也进行了介绍,并应用在实例中。

单片机技术内容很丰富。本书的前 6 章是必备的基础知识,后续章节可根据教学时间灵活安排,可选讲,或留作课程设计或毕业设计时阅读。

为使学生在有限的教学课时内掌握单片机的基础知识和工程设计的基本方法,教

程的编写要选材典型、内容先进、联系实际、通俗深透。

1. 主讲机型的选取

主讲机型要有典型性,即能触类旁通,根据该机型结构很容易理解其他类型的单片机。80C51 单片机具有典型的硬件结构和指令系统,其内核技术为许多单片机采用。用 80C51 作为主讲机型,仅着眼于公认的标准结构体系,并不表明是当前性能先进、应用广泛的机型。本书的第 2、3、4 章即以 80C51 为例,介绍单片机的硬件结构、指令系统及编程方法。

主讲机型还要有先进性,即在当前是性能先进、并获得广泛应用的机型。前面曾指出,80C51 系列兼容型的性能要优于 80C51 单片机。本书选用 AT89C51 为另一个主讲机型。AT89C51 除片内配置 Flash 程序存储器外,其余结构与 80C51 完全相同,是与 AT80C51 结构最接近的单片机。在第 5 章之后,介绍系统的工程设计和具体应用时,以 AT89C51 为主讲机型。

本书的特点之一就是根据不同的教学内容和目的,选用不同的主讲机型。

2. 通俗深透

教材要力求语言通俗,根据学生知识结构的实际,尽可能把问题通过对比的方法介绍深透。这样,不仅适合于学生自学,也提高了学生的学习兴趣。

单片机内容丰富,往往使初学者感到无所适从。本教程选材不仅突出重点,而且在叙述过程中注意及时归纳,条理清晰。

3. 突出工程设计及应用

通用型单片机必须经过规范化的系统设计,方可适应不同的技术要求。在满足生产工艺要求的同时,还要降低功耗,提高系统的抗干扰能力。

本书在介绍外围设计的同时,详尽地介绍了所用外围芯片的结构和性能,书末并附有查询目录。所选用的芯片均采用 CMOS 工艺,具有较低的功耗,而不采用传统的 TTL 工艺制造的高功耗芯片。第 5 章介绍了单片机应用系统抗干扰设计,在具体设计中应考虑抗干扰问题。

单片机应用系统设计的主要内容包括:外围扩展电路的硬件结构设计、低功耗设计、应用软件设计、抗干扰技术设计。将这些内容密切结合在一起,是本教程的又一特点。

4. 必须讲授的教学内容

考虑到各个院校教学时数及要求的差异,将教材内容分为必讲和选讲部分。第 1~6 章是单片机的基础知识和设计的基本方法,是应用基础,必须讲授。

5. 选讲内容的建议

本书的第 7~9 章可根据具体情况选择其中一部分或大部分,也可留给学生自学。学生学习完前 6 章,后几章的内容可以自学掌握。

6. 章末练习题

在每章的结尾均附有练习题。这些题目经过精选,题型多样,不是教学内容的简单重复,对深化概念,提高学生能力是有益的。

本书由王雷、王幸之负责统稿和定稿工作。王雷编写第3章、第4章和第6章;王幸之编写第5章;陈志军编写第8章和第9章;赵英宝编写第1章和第7章;钟爱琴编写第2章,并绘制了全书插图。

本书在编写过程中,得到了北京航空航天大学出版社的大力支持和帮助,特此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。有兴趣的读者可以发送电子邮件到:thunderwang@hebust.edu.cn,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到:xdhydc5@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

作者
2012年2月

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 单片机的含义	1
1.2 单片机的发展历史	2
1.3 单片机及其应用系统的发展趋势	4
1.4 单片机的应用	6
练习题 1	7
第 2 章 80C51 硬件组成及原理	8
2.1 80C51 的引脚排列及功能	8
2.2 CPU 与程序执行过程	11
2.2.1 CPU 的工作原理	11
2.2.2 单片机执行程序的过程.....	13
2.3 80C51 存储器及空间分布	14
2.3.1 常用存储器的分类.....	14
2.3.2 存储器的物理空间和逻辑空间.....	16
2.3.3 程序存储器.....	17
2.3.4 数据存储器.....	18
2.4 指令系统常用特殊功能寄存器.....	22
2.4.1 程序状态字 PSW	22
2.4.2 累加器 ACC	23
2.4.3 B 寄存器	23
2.4.4 数据指针 DPTR	24
2.4.5 堆栈指针 SP	24
2.5 CPU 时序与时钟电路设计	25
2.5.1 定时单位与时序.....	25
2.5.2 片外数据存储器访问过程及控制信号.....	27
2.5.3 时钟电路的组成方式.....	29
2.5.4 时钟电路的抗干扰措施.....	31
2.6 复位操作原理及电路设计.....	32
2.6.1 80C51 的复位.....	32
2.6.2 片外扩展的 I/O 接口电路的复位	33

2.6.3 复位的抗干扰措施	34
2.7 80C51 的低功耗方式设计	34
2.8 常用 AT89 系列单片机	37
2.8.1 AT89C51 单片机	37
2.8.2 AT89C2051 单片机	41
练习题 2	48
第 3 章 80C51 单片机指令系统与程序设计	50
3.1 指令格式和符号说明	51
3.1.1 指令格式	51
3.1.2 指令中的符号	51
3.2 寻址方式和寻址空间	52
3.2.1 字节操作中的寻址方式	52
3.2.2 位操作中的寻址方式	54
3.2.3 寄存器寻址与直接寻址的比较	55
3.3 数据传送类指令	56
3.3.1 一般传送指令	56
3.3.2 16 位地址指针传送指令	57
3.3.3 累加器 A 与外部 RAM 传送指令	58
3.3.4 读程序存储器中字节常数的指令	58
3.3.5 栈操作指令	59
3.3.6 累加器 A 数据交换指令	60
3.4 算术运算类指令	60
3.4.1 加法类指令	60
3.4.2 减法类指令	64
3.4.3 乘法和除法指令	65
3.5 逻辑运算及移位类指令	66
3.5.1 逻辑“与”运算指令	66
3.5.2 逻辑“或”运算指令	66
3.5.3 逻辑“异或”运算指令	67
3.5.4 累加器清 0 及取反指令	67
3.5.5 移位指令	67
3.6 控制转移类指令	68
3.6.1 无条件转移指令	68
3.6.2 条件转移指令	73
3.6.3 子程序调用及返回指令	75
3.6.4 空操作指令	77
3.7 位操作类指令	78

3.7.1 位传送指令	78
3.7.2 位置位和复位指令	78
3.7.3 位运算指令	78
3.7.4 位控制转移指令	79
3.8 汇编语言程序设计	80
3.8.1 汇编语言的特点及语句格式	80
3.8.2 汇编语言程序的基本结构形式	81
3.9 汇编语言的伪指令与汇编	83
3.9.1 汇编语言的伪指令	83
3.9.2 汇编语言的汇编	85
3.10 汇编语言程序设计举例	87
3.10.1 算术运算程序	87
3.10.2 数制转换程序	93
3.10.3 定时程序	95
3.10.4 查表程序	96
3.10.5 数据极值查找程序	97
练习题 3	98
第 4 章 80C51 单片机片内功能单元	102
4.1 并行 I/O 口	102
4.1.1 P1 口	103
4.1.2 P0 口	104
4.1.3 P2 口	106
4.1.4 P3 口	107
4.1.5 通用 I/O 口功能的指令操作	108
4.1.6 I/O 口的电气特性	110
4.1.7 并行 I/O 口应用举例	111
4.2 中断系统	115
4.2.1 中断源与中断向量地址	116
4.2.2 中断标志与控制	118
4.2.3 中断响应过程	122
4.2.4 中断请求的撤除	124
4.2.5 中断服务程序设计及举例	125
4.3 定时器/计数器	128
4.3.1 定时器/计数器结构与功能	128
4.3.2 定时器/计数器控制寄存器	129
4.3.3 定时器/计数器的工作方式与程序设计举例	130
4.3.4 动态读取定时器/计数器的计数值	139

4.4 串行通信口	140
4.4.1 概述	140
4.4.2 串行口及控制寄存器	144
4.4.3 串行通信的工作方式	147
4.4.4 波特率的设置	150
4.4.5 串行通信编程及应用举例	152
练习题 4	163
第 5 章 单片机应用系统抗干扰技术	166
5.1 干扰的来源及分类	166
5.1.1 干扰的来源	166
5.1.2 干扰的分类	167
5.2 常用硬件抗干扰技术	170
5.2.1 接地技术	170
5.2.2 屏蔽技术	173
5.2.3 滤波技术	178
5.2.4 隔离技术	190
5.2.5 双绞线的抗干扰原理及应用	194
5.2.6 信号线间的串扰及抑制	196
5.2.7 抑制数字信号噪声常用硬件措施	197
5.3 供电电源的抗干扰技术	200
5.3.1 电源干扰问题概述	201
5.3.2 电源抗干扰的基本方法	203
5.3.3 EMI 电源滤波器	205
5.3.4 瞬变干扰与 TVS	207
5.3.5 电源变压器的屏蔽与隔离	212
5.3.6 供电直流侧抑制干扰措施	213
5.4 印制电路板的抗干扰设计	215
5.4.1 地线和电源线的布线设计	215
5.4.2 信号线的布线原则	217
5.4.3 配置去耦电容的方法	220
5.4.4 芯片的选用与器件布局	222
5.4.5 印制电路板的安装和板间配线	224
5.5 软件抗干扰原理与方法	224
5.5.1 软件抗干扰一般方法	224
5.5.2 指令冗余技术	225
5.5.3 软件陷阱技术	225
5.5.4 故障自动恢复处理程序	228

5.5.5	数字滤波	232
5.5.6	干扰避开法	236
5.5.7	开关量输入/输出软件抗干扰设计	238
5.6	看门狗技术	238
	练习题 5	244
第 6 章	单片机并行扩展与接口技术	246
6.1	单片机的扩展总线结构及编址技术	246
6.1.1	单片机总线的构造方法	246
6.1.2	编址技术	247
6.1.3	80C51 单片机存储器的特点	250
6.2	单片机存储器的扩展	251
6.2.1	扩展程序存储器的接口设计	251
6.2.2	外部数据存储器的扩展	256
6.2.3	扩展存储器综合设计举例	259
6.3	单片机 I/O 口及定时器扩展	262
6.3.1	用 74HC244 扩展并行输入口	262
6.3.2	用 74HC377 扩展并行输出接口	264
6.3.3	8255A 可编程并行 I/O 扩展接口	265
6.3.4	8253 可编程定时器/计数器扩展接口	271
6.4	单片机与 D/A 及 A/D 转换器接口	276
6.4.1	D/A 转换器的技术性能	276
6.4.2	8 位 D/A 转换器 DAC0832	277
6.4.3	12 位 D/A 转换器 DAC1208	280
6.4.4	D/A 转换器接口技术应用举例	282
6.4.5	A/D 转换器的技术指标	284
6.4.6	8 位 A/D 转换器 ADC0809	285
6.4.7	8 通道 12 位 A/D 转换器 MAX197	289
6.4.8	双积分 12 位 A/D 转换器 ICL7109	294
6.4.9	V/F 转换器 AD652 在 A/D 转换中的应用	301
6.4.10	A/D、D/A 扩展综合应用实例	307
6.5	LED 显示器与键盘接口技术	309
6.5.1	LED 显示器结构原理	309
6.5.2	8 位 LED 驱动器 ICM7218B	311
6.5.3	8279 键盘和显示器接口芯片	315
6.5.4	键盘、LED 显示接口应用综合实例	327
6.6	LCD 显示器与接口芯片	333
6.6.1	液晶显示器及其特点	333

6.6.2	ICM 7211M LCD 驱动器	334
6.6.3	89C51 与 LCD 驱动器接口电路	337
6.7	微型打印机接口电路	338
6.7.1	TP μ P-40A 主要性能及接口信号	338
6.7.2	单片机与 TP μ P-40A/16A 打印机接口电路	340
6.8	单片机扩展系统主机单元的抗干扰技术	342
6.8.1	总线的可靠性设计	342
6.8.2	芯片配置与抗干扰	346
6.8.3	时钟电路配置	349
6.8.4	复位电路设计	349
	练习题 6	350
第 7 章	单片机串行扩展与接口技术	353
7.1	单片机串行扩展方式	353
7.1.1	I ² C 总线接口	353
7.1.2	单总线接口	359
7.1.3	SPI 串行外设接口	359
7.1.4	Microwire 串行扩展接口	360
7.1.5	80C51 UART 方式 0 串行扩展接口	361
7.2	单片机串行传输软件及其模拟技术	362
7.2.1	I ² C 总线典型信号的模拟子程序	362
7.2.2	I ² C 总线模拟通用子程序	364
7.3	串行扩展外围芯片及应用实例	366
7.3.1	I/O 口串行扩展芯片 PCF8574/8574A	366
7.3.2	串行 LED 显示驱动器 MC14499	369
7.3.3	12 位串行 A/D 转换器 MAX187	373
第 8 章	单片机功率接口技术	377
8.1	功率驱动器件	377
8.1.1	74 系列功率集成电路	377
8.1.2	75 系列功率集成电路	379
8.1.3	MOC 系列光耦合过零触发双向晶闸管驱动器	380
8.1.4	固态继电器	384
8.2	继电器型负载功率接口	387
8.2.1	超小型电磁继电器	388
8.2.2	直流电磁式继电器功率接口	388
8.2.3	交流电磁式继电器功率接口	389
8.3	过零触发双向晶闸管调功器	390

第 9 章 单片机应用系统工程设计	392
9.1 单片机应用系统设计概述	392
9.1.1 设计步骤	392
9.1.2 硬件设计要点	393
9.1.3 软件设计要点	394
9.1.4 抗干扰技术设计要点	394
9.2 低功耗单片机系统设计	395
9.3 单片机应用系统设计举例	397
9.3.1 温度控制系统的组成	397
9.3.2 硬件电路设计	398
9.3.3 程序设计	401
附录 A 80C51 系列单片机指令集	415
A.1 按字母顺序排列的指令集	415
A.2 按功能分类的指令集	419
附录 B 常用芯片索引	424
参考文献	426

第 1 章

概 述

单片机自 20 世纪 70 年代出现以来,由于结构简单、价格低廉、可靠性高、灵活性好、开发容易,应用发展很快。在我国,单片机已广泛应用于工业自动化、智能仪表、机电一体化、家用电器以及网络技术等各个方面。

1.1 单片机的含义

1. 单片机的单芯片形态结构

微型计算机的基本功能单元包括中央处理单元(CPU)、存储器(ROM、RAM)和若干输入/输出接口部件(如并行 I/O 口、串行口、定时器/计数器等)。

一般微型计算机的基本功能单元都是独立的集成芯片,通过印制板或软导线相互连接而构成一台计算机。这种多芯片组成的系统体积大、结构复杂、成本高、可靠性差,不适应现场控制的要求。

利用大规模集成技术,将计算机的各个基本功能单元集成在一块硅片上,这块芯片就具有一台计算机的属性,因而被称为单片微型计算机(Single Chip Microcomputer, SCM),简称单片机。这种将主要功能单元集成在一块集成电路芯片上的系统具有体积小、结构简单、价格低廉、稳定可靠的优点,适用于环境复杂的现场控制。

一般微型计算机和单片机,都具有计算机的功能属性。但基本功能单元采用了不同的组合形态,前者是基本功能单元为芯片形态的集合方式,后者则是基本功能单元在一块芯片上的集成方式。构成的形态不同,决定了其性能和应用特点的不同。

2. 单片机的控制属性

单片机主要用于测控领域,实现各种测试和控制功能。为了强调其控制属性,在国际上一般把单片机称为微控制器(Microcontroller Unit, MCU)。

3. 单片机的嵌入式应用特点

通用计算机一般以完成高速、海量的数据处理与计算为己任,通常是处于环境相对

安全的机房内。单片机以实现现场测控为目的,应用时通常处于控制系统的内部(即嵌入其中),成为整个系统的一部分。为了强调其“嵌入”的特点,也把单片机称为嵌入式控制器(Embedded Microcontroller Unit, EMCU)。

在我国,单片机的叫法甚为普遍,本书沿用这一叫法。这里把单片机看作是面向对象控制,具有嵌入式应用特点的单芯片形态结构的微型计算机。英文缩写采用 MCU。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功推动了嵌入式系统的发展。同时,单片机的诞生,标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。通用计算机系统以高速数值计算为己任,不必兼顾控制功能,其数据总线宽度不断更新,通用操作系统不断完善,以突出发展海量、高速数值计算能力。而以单片机为代表的嵌入式系统,以面向对象控制为己任,不断增加控制功能,提高可靠性,降低成本,减小体积,改善开发环境。

1.2 单片机的发展历史

从最初的单片机发展至今,大致经历了3代。下面以 Intel 公司的 8 位单片机为例进行说明。

① 第一代。以 1976 年 Intel 公司推出的 MCS-48 系列单片机为代表,主要技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到了一个芯片上,开辟了单片机的成功之路。但不足之处是无串行口,中断处理比较简单,片内 RAM 和 ROM 容量较小。

② 第二代。以 1981 年 Intel 公司推出的利用 HMOS 工艺制造的 MCS-51 系列单片机为代表,典型芯片为 8051、8031、8751,如表 1.1 所列。

表 1.1 MCS-51 系列单片机型号及性能指标(一)

子系列	片内 ROM 形式			片内 ROM 容量/KB	片内 RAM 容量/B	寻址范围 /KB	I/O 特性			中 断 源
	无	ROM	EPROM				定时器/计数器	并行口	串行口	
51 子系列	8031	8051	8751	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
52 子系列	8032	8052	8752	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6

MCS-51 系列又分成 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。这个阶段的单片机带有串行口,多级中断系统,16 位定时/计数器,片内 ROM 和 RAM 容量加大,寻址范围达 64 KB。

这一代的单片机主要技术特征是配置了外部并行总线(AB、DB、CB),便于外部接口电路的扩展;在 MCS-51 指令系统中设置有位操作指令,可用于位寻址,整个位操作系统构成了布尔处理器;规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)的控制模式。布尔处理器和特殊功能寄存器是单片机控制功能在硬件结构方面的重要体现,是单片机的优点之一。

该阶段的 MCS-51 单片机,形成了单片机的标准结构。采用 HMOS 工艺(高速 MOS),即高密度短沟道 MOS 工艺,虽然有较高的集成度和速度,但其功耗较大。

MCS-51 单片机片内程序存储器有 3 种配置形式:8051 采用掩膜 ROM,8751 采用 EPROM,而 8031 片内无程序存储器。

程序存储器的上述配置方式,给系统的应用和开发带来诸多不便,如本书的 2.3.1 小节和 2.3.3 小节所述。

③ 第三代。以 80C51 系列单片机为代表。该阶段,Intel 公司对 MCS-51 早期产品进行了改进,采用 HCMOS 工艺,典型产品为 80C51、80C31、87C51,如表 1.2 所列。

表 1.2 MCS-51 系列单片机型号及性能指标(二)

子系列	片内 ROM 形式			片内 ROM 容量 /KB	片内 RAM 容量 /B	寻址范围 /KB	I/O 特性			中断源
	无	ROM	EPROM				定时器 / 计数器	并行口	串行口	
51 子系列	80C31	80C51	87C51	4	128	2×64	2×16	4×8	1	5
52 子系列	80C32	80C52	87C52	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6

该阶段的 MCS-51 单片机,仍然采用 MCS-51 早期产品的标准结构,只是制造工艺由 HMOS 改进成 HCMOS。HCMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 工艺,是 CMOS 和 HMOS 的结合,除了具有 HMOS 的高速高密度之外,还具有 CMOS 的低功耗的特点。例如,8051 的功耗为 630 mW,而 80C51 的功耗只有 120 mW。对于手提式或野外作业等要求低功耗的设备,必须使用 HCMOS 工艺的单片机。

MCS-51 系列单片机采用两种半导体工艺,一种是 HMOS,另一种是 HCMOS。单片机型号中凡带有字母“C”的为 HCMOS 工艺,其余均为 HMOS 工艺。

MCS-51 系列改进型单片机片内程序存储器仍然有 3 种配置形式。尽管采用了新工艺,降低了功耗,但片内程序存储器的配置仍然没有改进。这种片内程序存储器配置上的不足,使得由更加先进的单片机取代 MCS-51 系列单片机成为必然。

尽管 MCS-51 系列单片机在片内程序存储器配置等方面存在缺点,但其优异的控制性能和成功的应用,致使 MCS-51 系列单片机成为国内外公认的标准体系结构。20 世纪 80 年代中期以后,Intel 公司将 MCS-51 系列中的 80C51 内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名的 IC 制造厂商,这些公司都在保持与 80C51 单片机兼容的基础上改善了 80C51 的许多特性。这样,80C51 就发展成为上百品种的大家族,所有这些单片机都统称为 80C51 系列。也就是说,80C51 系列包括 Intel 公司采用 HCMOS 工艺的 MCS-51 系列,也包括其他公司以 80C51 作为内核与 MCS-51 完全兼容的单片机。

为了叙述方便,本书中 MCS-51 系列仅包括 HMOS 和 HCMOS 的基本型;将 MCS-51 系列中采用 HCMOS 工艺的单片机称为 80C51 单片机;其他公司生产的兼

容产品称为 80C51 系列兼容型单片机。

同 80C51 相比,80C51 系列兼容型具有如下优点:

1. 采用 Flash 片内程序存储器

近几年,存储器广泛采用 Flash 技术。同 EPROM 相比,Flash 不需要紫外线擦除,可电擦除后重新写入。特别是能在 5 V 下读/写的 Flash 存储器,既有静态 RAM 读/写方便的特点,又可在掉电后数据不会丢失。采用 Flash 的程序存储器,由于其集成度高、编程速度快、重写次数多,为新型单片机竞相采用。

单片机内配置 Flash 程序存储器,不会对单片机结构产生影响,却能简化系统设计,应用更加方便可靠。例如 AT89C51 单片机片内配置了 4 KB 的 Flash,AT89S8252 片内配置了 8 KB 的 Flash。

为了防止复制,可对片内 Flash 存储器采用加锁方式。加锁后,无法读出其中的程序。单片机片内配置 Flash 程序存储器的成功应用,弥补了 MCS-51 系列在片内程序存储器配置方面的不足。

2. 增强了外部接口电路的扩展功能

例如,有的单片机配置了芯片间的串行总线(如 I²C 总线),为单片机应用系统设计提供了更加灵活的方式;有的引入了具有较强功能的设备间网络系统总线——CAN 总线。

3. 增加了一些外部接口功能单元

例如,配置了 A/D、PWM、高速 I/O 口、PCA(可编程计数阵列)及计数器的捕捉/比较逻辑等。

综上所述,80C51 系列兼容型单片机,以其对 MCS-51 经典结构的继承性和独特的优势,为我国业已采用 MCS-51 单片机设备的维护、更新换代,以及新产品的研发,提供了性能更加优化的技术平台。

1.3 单片机及其应用系统的发展趋势

目前以及未来相当长的一段时间内,单片机应用技术将向高性能、大容量、低功耗、外围电路内装化等方面发展。

1. 高性能化

主要是指进一步提高和改进 CPU 的性能,加快指令运行速度和提高系统控制的可靠性。采用流水线技术,可使指令以队列形式出现在 CPU 中,且具有很高的运行速度。

2. 大容量化

在单片机应用系统中,存储器是除 CPU 外的另一个重要功能单元,其容量和性能

直接影响系统的开发和应用效果。

以往单片机内的 ROM 为 1~4 KB, RAM 为 64~128 B。在需要复杂控制的场合, 必须进行容量扩充。为了适应这种领域的要求, 须运用新的工艺, 使片内存储器大容量化。目前, 单片机片内的 ROM 最大容量可达 64 KB, RAM 可达 2 KB。

3. 低功耗化

对于那些采用电池供电的单片机应用系统, 降低功耗尤为必要。降低功耗的重要手段是采用 CMOS 技术。新型单片机广泛采用了 HCMOS 工艺, 大大降低了功耗。

为了充分发挥低功耗的特点, HCMOS 单片机普通配置有等待 (wait) 和掉电 (stop) 两种节电工作方式。例如, 80C51 单片机在正常运行 (5 V, 12 MHz) 时, 工作电流为 16 mA, 同样条件下 wait 方式工作时, 工作电流则为 3.7 mA, 而在 stop (2 V) 工作方式时, 工作电流仅为 50 nA。

降低单片机的工作电源电压也可降低功耗。例如, AT89LV51 单片机的工作电源电压为 2.7~6 V, 是低压单片机。

选用低功耗的外围芯片及设备, 也是降低功耗的措施之一。过去单片机的外围扩展多采用 74TTL 芯片, 其功耗较大。为了降低功耗, 应选用 CMOS (HCMOS) 工艺外围芯片。由采用 CMOS 工艺的 74HC 芯片代替 74TTL 芯片, 它们的功能、使用和引脚几乎一样, 基本上可以直接替换。

CMOS (HCMOS) 器件的静态功耗很小, 仅在逻辑状态发生转换的时间内, 才有电流通过 (被称为动态功耗)。动态功耗与逻辑状态的转换频率和转换时间成正比。单片机规定的最高工作频率越高, 说明转换时间越短 (高速)。为了降低功耗, 尽量选用高速低频的工作方式, 以降低转换时间和转换频率。

4. 外围电路内装化

为适应更高的测控功能要求, 可把众多的外围功能器件集成在片内。除了一般必须有的 ROM、RAM、定时/计数器、中断系统外, 集成的部件还有模/数转换器、数/模转换器、DMA 控制器、中断控制器、锁相环、频率合成器、字符发生器、声音发生器、CRT 控制器、译码驱动器等, 使外围电路的设计大大简化。

随着集成工艺的不断发 展, 把大量外围电路全部装入单片机内, 形成通用型 SOC (片上系统) 单片机, 例如 C8051F 系列, 这也是目前单片机的发展趋势之一。

5. 以串行为主的外围扩展

在很长一段时间里, 单片机是通过三总线 (AB、DB、CB) 结构扩展外围器件的。目前单片机用的外围器件普遍提供了串行扩展方式。特别是 I²C 和 SPI 等串行总线的引入, 使单片机系统结构更加简化及规范化, 为单片机构成网络和分布式系统提供了方便条件。

6. 低噪声与高可靠性

为使产品能适应恶劣的现场环境, 必须提高单片机的抗电磁干扰能力。各厂家在