

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



单片机原理与应用

孙宝法 编著

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



单片机原理与应用

孙宝法 编著

内 容 简 介

本书选择美国 ATMEL 公司生产的 AT89C51 单片机作为学习对象,主要介绍 AT89C51 单片机的原理和单片机与外部设备的接口技术。

全书分为 3 个部分。第一部分主要介绍单片机与微控制系统的基本知识、AT89C51 单片机的内部功能部件、AT89C51 汇编语言指令系统、汇编语言程序设计、微控制系统设计的基本原理。第二部分主要内容是对单片机最小系统进行扩展,重点介绍单片机与外部设备的接口技术。第三部分介绍单片机应用系统开发的基本原则、步骤、注意事项等,并以模拟交通灯控制系统和电子时钟的设计与实现为例,详细叙述单片机应用系统开发的过程。

本书可以作为高等院校计算机科学与技术、自动化、嵌入式系统、物联网等专业的专业课教材。

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

单片机原理与应用/孙宝法编著.--北京:清华大学出版社,2014

21 世纪高等学校规划教材·电子信息

ISBN 978-7-302-35866-4

I. ①单… II. ①孙… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 106382 号

责任编辑:郑寅堃 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:王静怡

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.75 字 数:396 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版 印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50 元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,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,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投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

本教材选择美国 Atmel 公司生产的 AT89C51 单片机作为学习对象,主要介绍 AT89C51 单片机的原理和单片机与外部设备的接口技术。

全书分为 3 个部分。第一部分包括第 1~第 6 章,主要介绍单片机与微控制系统的基本知识、AT89C51 单片机的内部功能部件、AT89C51 汇编语言指令系统、汇编语言程序设计、微控制系统设计的基本原理。第二部分包括第 7~第 10 章,主要内容是对单片机最小系统进行扩展,重点介绍单片机与外部设备的接口技术。第三部分即第 11 章,介绍单片机应用系统开发的基本原则、步骤、注意事项等,并以模拟交通灯控制系统和电子时钟的设计与实现为例,详细叙述单片机应用系统开发的过程。

本教材具有以下特色。

(1) 单片机选择恰当。本教材选择传统的 AT89C51 单片机作为学习对象。AT89C51 单片机功能较全,技术成熟,内部功能部件的配置具有典型性,扩展容易,具有一定的实用性,市场上有成熟的配套实验箱,开展实验容易。

(2) 原理叙述清楚。本教材主要介绍 AT89C51 单片机的原理和单片机与外部设备的接口技术。为了使读者真正理解单片机与外部设备连接的原理与理论依据,本书在原理叙述方面力求清楚、严谨,为将来从事嵌入式系统设计的读者奠定坚实的理论基础。

(3) 以实际应用为目标。学习单片机离不开实际的硬件系统设计。本教材安排了相当多关于实际硬件系统设计方面的内容,并鼓励学生自己动手,制作一些简单的控制系统,为学生学习嵌入式系统、自动控制系统、物联网的设计与开发做准备。

(4) 简明易懂,便于教学。客观地说,单片机的教学工作并不容易。除了课程内容难度较大外,缺乏合适的教材也是一个重要原因。为了解决这个问题,作者对所选的内容进行反复梳理,条分缕析,使得本书选材恰当,重点突出,结构合理,条理清楚。这样处理将大大减轻学生阅读和理解的负担,降低学习难度,提高学习效率,使大部分学生能够保持学习单片机的兴趣和热情。

(5) 精选习题,有助于读者复习提高。每章后配有题型多样、覆盖面较广、难度适中的习题,帮助读者理解、消化、总结、复习、巩固所学的内容。

关于单片机的学习,作者提出以下的看法与建议,供读者参考。

(1) 提高认识,坚定信念。在 IT 行业中,有多少曾经热极一时的技术都已成为明日黄花,风光不再,而单片机和嵌入式系统的应用却日益广泛,热度不减。目前,物联网已经成为 IT 业界甚至整个社会的热门话题,被认为是下一个极具潜力的经济增长点。物联网的核心是传感器、计算机与网络,其中,传感器与单片机构成对物体进行控制的嵌入式系统,是物联网的终端,因此,在物联网的发展过程中,单片机与嵌入式系统必将扮演举足轻重的角色,并将得到长足的发展。学习单片机,有着广阔的发展前景。提高对单片机发展前景的认识,有助于激发学习单片机的热情,并逐步培养对单片机的兴趣。

(2) 重视理论,掌握原理。要想学好单片机,并能够利用单片机作为核心芯片设计出嵌入式控制系统,必须理解单片机以及相关外设的基本原理,只有具备坚实而深厚的理论基

础,才能真正进入嵌入式控制系统的设计领域。

(3) 突出实践,培养技能。理论很重要,实践更重要。要想学好单片机,除了具备坚实而深厚的理论基础外,还必须亲自动手,从最简单的微控制系统开始,在掌握原理的基础上,大胆尝试,逐步深入,反复试验,积累经验,吸取教训,不断提高。

(4) 抓住重点,追求效率。粗略地说,基于单片机的微控制系统设计是一种开放性的实践活动,为了实现某一控制功能,不同的设计者有不同的思路,根据其设计思路会选择不同的元器件。例如,在扩展模数转换器时,可以选择 ADC0809、AD1674 或 MC14433 等 ADC 芯片,而这些芯片有很多相似之处,因此,在学习模数转换器扩展时,可以选择其中一个芯片 ADC0809 作为重点,熟悉该芯片的引脚功能、逻辑结构和工作过程,理解 AT89C51 与 ADC0809 接口设计的理论依据,掌握单片机控制 ADC0809 工作的程序设计方法。在深刻领会 AT89C51 与 ADC0809 接口设计技术的基础上,可以快速地学习 AT89C51、AD1674 与 MC14433 等芯片的接口设计方法,从而达到举一反三、触类旁通的效果。有鉴于此,我们把某些内容标上星号(*),读者可以在深入学习相关知识之后快速阅读这些内容。

(5) 依据原理,勇于创新。为了突出应用,本教材给出了很多微控制系统设计的实例,既有硬件系统设计的电路原理图,也有软件系统设计的程序框图。需要指出的是,这些设计实例只是为读者提供一些思路和方法,而不是标准答案,更不是唯一答案。这些设计方法或许不是最好的,甚至还有缺陷。读者在阅读这些实例时,应该把注意力集中在接口设计的原理上,并能够逐步把这些原理应用到自己设计的微控制系统中。可以说,基于单片机的微控制系统的设计思路是广阔的、发散的、没有疆界的,没有最好,只有更好,只有勇于创新,才能不断推出有特色的设计成果。

本教材是作者在多次教学实践的基础上,参考相当多文献资料,经过多次编写、反复修改而成的,在正式出版之前,作为校本教材在本科计算机科学与技术专业使用过多次。据使用本教材的教师和学生反映,本教材理论联系实际,体系完整,结构合理,层次清楚,难度适中,循序渐进,便于教学,教学效果显著。

本教材既可以作为高等院校计算机科学与技术、自动化、嵌入式系统、物联网等专业的专业课教材,也可以作为有志于从事嵌入式系统设计、物联网工程的 IT 工程技术人员的参考资料。

在编写本教材的过程中,作者参考了相当多关于单片机、嵌入式系统、控制论、计算机、通信、网络等方面的教材和其他文献资料,详见参考文献。在此谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意!

为了便于教学,我们为使用本教材的教师制作了电子课件以及例题的源程序和习题的参考答案,需要者可以到清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>)免费下载,或者直接与作者(E-mail: sunbaofa@sohu.com)联系。

由于作者水平有限,书中错漏在所难免,敬请广大读者批评指正。我们将认真听取大家的意见和建议,并加以改进。谢谢大家的支持!

孙宝法

2014年5月

于安徽三联学院

第 1 章 单片机基础知识	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机的概念	1
1.1.2 单片机的发展历史	2
1.1.3 单片机的发展趋势	2
1.1.4 单片机的分类	4
1.1.5 单片机的特点	4
1.1.6 单片机的应用领域	5
1.2 单片机系列介绍	6
1.2.1 MCS-51 系列单片机	6
1.2.2 80C51 系列单片机	7
1.2.3 AT89C5x 系列单片机	8
习题 1	9
第 2 章 AT89C51 的硬件结构	11
2.1 片内硬件系统的组成	11
2.1.1 片内功能部件的拓扑结构	11
2.1.2 片内功能部件简介	12
2.1.3 引脚介绍	12
2.2 中央处理器	14
2.2.1 运算器	14
2.2.2 控制器	15
2.3 存储器	16
2.3.1 存储器结构与地址空间	16
2.3.2 程序存储器	17
2.3.3 数据存储器	18
2.3.4 特殊功能寄存器	19
2.3.5 位地址空间	21
2.4 并行 I/O 端口	22
2.4.1 P0 端口	22
2.4.2 P1 端口	24
2.4.3 P2 端口	24

2.4.4 P3 端口	25
2.5 时钟与复位	27
2.5.1 时钟电路与时序	27
2.5.2 复位与复位电路	29
习题 2	30
第 3 章 AT89C51 的指令系统	33
3.1 指令系统介绍	33
3.1.1 指令系统概述	33
3.1.2 指令的格式	33
3.1.3 常用符号	35
3.1.4 寻址方式	36
3.1.5 关于寻址方式的进一步研究	42
3.2 AT89C51 指令分类介绍	42
3.2.1 数据传送指令	42
3.2.2 算术运算指令	45
3.2.3 逻辑操作指令	50
3.2.4 控制转移指令	51
3.2.5 位操作指令	55
3.3 伪指令	56
习题 3	58
第 4 章 AT89C51 汇编语言程序设计	62
4.1 汇编语言程序设计概述	62
4.1.1 程序设计语言简介	62
4.1.2 汇编与反汇编	63
4.1.3 汇编语言程序设计	64
4.2 基本结构程序设计	64
4.2.1 顺序结构程序设计	65
4.2.2 分支结构程序设计	65
4.2.3 循环程序设计	69
4.3 子程序设计	72
4.3.1 子程序设计概述	72
4.3.2 查表子程序设计	73
4.4 应用程序设计举例	75
4.4.1 顺序查找关键字	75
4.4.2 查找最大值或最小值	76
4.4.3 数据排序	76
4.4.4 I/O 接口控制	78

习题 4	78
第 5 章 AT89C51 的中断系统与定时系统	81
5.1 中断系统介绍	81
5.1.1 中断的概念	81
5.1.2 AT89C51 中断系统的结构	81
5.1.3 中断控制	82
5.2 中断请求的响应与撤销	86
5.2.1 中断响应的条件	86
5.2.2 CPU 响应中断后的工作过程	86
5.2.3 中断请求的撤销	87
5.3 采用中断时的程序设计	88
5.3.1 采用中断时的程序结构	88
5.3.2 采用中断时程序设计的任务	89
5.3.3 中断服务子程序的流程	89
* 5.4 多外部中断源系统设计举例	91
5.5 定时器/计数器介绍	93
5.5.1 定时器/计数器的结构	93
5.5.2 定时器/计数器的控制	93
5.5.3 定时器/计数器的工作方式	94
5.5.4 计数器模式下对输入信号的要求	97
5.6 定时器/计数器的简单应用	97
5.6.1 定时器/计数器的初始化	97
5.6.2 方式 1 的应用	98
5.6.3 方式 2 的应用	99
5.6.4 方式 3 的应用	101
* 5.6.5 门控制位 GATE 的应用	102
习题 5	103
第 6 章 AT89C51 串行通信技术	106
6.1 串行通信技术简介	106
6.1.1 串行通信的基本概念	106
6.1.2 串行通信的总线标准与接口	109
6.2 AT89C51 串口的结构与控制	111
6.2.1 串口的结构	111
6.2.2 串口的控制	112
6.3 串口的工作方式	113
6.3.1 方式 0	113
6.3.2 方式 1	114

6.3.3	方式 2	116
6.3.4	方式 3	117
6.4	串口的波特率计算	118
6.5	串口的应用	119
6.5.1	双机串行通信的硬件接口	120
6.5.2	双机串行通信的程序设计	121
* 6.6	多机通信的工作原理	126
习题 6		127
第 7 章	AT89C51 存储器的扩展	129
7.1	AT89C51 系统扩展概述	129
7.1.1	AT89C51 的最小系统	129
7.1.2	AT89C51 的系统扩展	129
7.1.3	存储器地址空间分配	131
7.1.4	外部地址锁存器	133
7.2	程序存储器扩展	134
7.2.1	程序存储器简介	134
7.2.2	典型的程序存储器介绍	135
7.2.3	EPROM 扩展实例	137
7.3	数据存储器扩展	138
7.3.1	数据存储器简介	138
7.3.2	典型的数据存储器介绍	139
7.3.3	SRAM 扩展实例	140
7.4	程序存储器与数据存储器综合扩展	142
7.4.1	综合扩展的硬件接口电路	142
7.4.2	外扩存储器时单片机的工作过程	143
习题 7		145
第 8 章	AT89C51 并行 I/O 口的扩展	147
8.1	并行 I/O 口扩展概述	147
8.1.1	并行 I/O 口扩展的基础知识	147
8.1.2	并行 I/O 口的简单扩展	148
8.2	AT89C51 与 82C55 的接口设计	150
8.2.1	82C55 芯片介绍	150
8.2.2	82C55 的控制字	152
8.2.3	82C55 的工作方式	153
8.2.4	AT89C51 与 82C55 的接口设计	156
* 8.3	AT89C51 与 81C55 的接口设计	158
8.3.1	81C55 芯片介绍	158

8.3.2	81C55 的工作方式	161
8.3.3	AT89C51 与 81C55 的接口设计	163
8.4	用 AT89C51 的串口扩展并口	164
8.4.1	用 74LS165 扩展并行输入口	165
8.4.2	用 74LS164 扩展并行输出口	165
习题 8	166
第 9 章	输入/输出设备的扩展	168
9.1	键盘接口的工作原理	168
9.1.1	键盘的基本知识	168
9.1.2	键盘的接口	169
9.1.3	按键的处理程序	172
9.2	LED 显示器的显示原理	172
9.2.1	LED 显示器的结构	172
9.2.2	数码管的显示原理	173
9.3	用单片机串口扩展键盘/显示器	175
9.4	用 HD7279A 扩展键盘/显示器	177
9.4.1	HD7279A 介绍	177
9.4.2	AT89C51 与 HD7279A 的接口设计	183
9.5	AT89C51 与 LCD 的接口设计	186
9.5.1	LCD 基础知识	186
9.5.2	点阵字符型液晶显示模块	187
9.5.3	AT89C51 与 LCD 的接口设计	193
习题 9	195
第 10 章	ADC 与 DAC 的扩展	197
10.1	数字控制系统介绍	197
10.2	AT89C51 与 ADC 的接口设计	198
10.2.1	ADC 概述	198
10.2.2	AT89C51 与 ADC0809 的接口设计	200
* 10.2.3	AT89C51 与 AD1674 的接口设计	203
* 10.2.4	AT89C51 与 MC14433 的接口设计	206
10.3	AT89C51 与 DAC 的接口设计	209
10.3.1	DAC 简介	209
10.3.2	AT89C51 与 DAC0832 的接口设计	210
* 10.3.3	AT89C51 与 AD667 的接口设计	215
习题 10	220
第 11 章	单片机应用系统设计实例	222
11.1	单片机应用系统设计概述	222

11.1.1	单片机应用系统开发的基本原则	222
11.1.2	单片机应用系统设计的步骤	223
11.1.3	硬件设计需要考虑的问题	224
11.1.4	软件设计需要考虑的问题	225
11.2	模拟交通灯控制系统的设计与实现	226
11.3	时钟的设计与实现	231
附录 A	AT89C51 的指令表	235
A. 1	数据传送类指令	235
A. 2	算术运算类指令	236
A. 3	逻辑操作类指令	237
A. 4	控制转移类指令	237
A. 5	位操作类指令	238
附录 B	HD44780 内置的标准字符库	239
参考文献	240

单片机基础知识

本章介绍单片机的基础知识、发展历史、发展趋势和应用领域,简要介绍 8 位单片机的主流机型。通过本章学习,应达到以下目标。

- (1) 了解单片机的概念、发展历史、发展趋势、分类、特点和应用领域。
- (2) 初步了解 8 位单片机的主流机型与系列。

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机的概念

单片机(Single-Chip Microcomputer, SCM)就是在一片半导体硅片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(RAM/ROM)和各种输入/输出(I/O)接口的微型计算机。

单片机是微型计算机的一个重要分支,具有一台微型计算机的属性,特别适用于测控领域。因此,单片机也被称为微控制器(Micro-Control Unit, MCU)或嵌入式微控制器(Embedded Micro-Control Unit, EMCU)。

单片机的典型内部结构如图 1.1 所示。就其组成结构和工作原理而言,一块单片机芯片就是一台微型计算机。

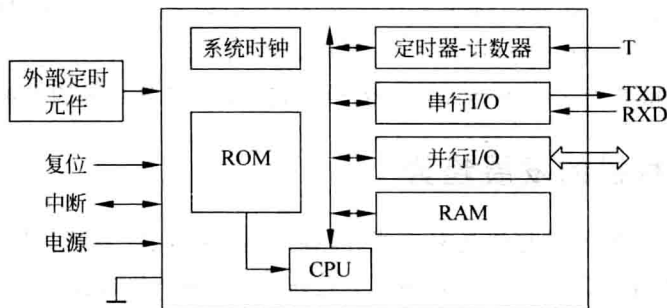


图 1.1 单片机的内部结构

由图 1.1 可知,CPU 是单片机的大脑,统一指挥单片机各部分协调工作,ROM 用于存放单片机工作的用户程序,RAM 用于存放单片机工作的临时数据,时钟电路用于提供单片机工作时所需的时钟信号,中断系统用于处理系统工作时出现的突发事件,定时器/计数器用于定时或对外部事件计数,I/O 接口是单片机与输入/输出设备之间的接口。内部总线把

单片机的各个主要部件连接为一体。

1.1.2 单片机的发展历史

以 8 位单片机的推出为起点,单片机的发展历史可以分为以下几个阶段。

第一阶段(1974—1976 年):单片机探索阶段。

1974 年 12 月,仙童半导体(Fairchild Semiconductor)公司推出了 8 位的 F8 单片机,自此进入单片机的探索阶段。这个阶段的工作目标是探索如何把计算机的主要功能部件集成在一片芯片上。本阶段生产的单片机虽然能够在单个芯片上集成 CPU、ROM、RAM、定时器、并行口等功能部件,但是,单片机的性能低,品种少,应用范围不广。

第二阶段(1976—1978 年):低性能单片机阶段。

1976 年,Intel 公司推出了 MCS-48 单片机,极大地促进了单片机的发展。1977 年,CI 公司推出了 PIC1650 单片机。本阶段的单片机仍然处于低性能阶段。

第三阶段(1978—1983 年):高性能单片机阶段。

1978 年,Zilog 公司推出了 Z8 单片机。1980 年,Intel 公司在 MCS-48 的基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。同年,Motorola 公司推出了 M68 单片机。这些产品使单片机的水平迈上了一个新台阶,此后,各公司的 8 位单片机迅速发展起来了。

本阶段生产的单片机普遍带有串行 I/O 口、多级中断系统、16 位的定时器/计数器,片内的 ROM、RAM 容量加大,最大寻址范围可达 64KB,有的片内还带有 A/D 转换器。本阶段的单片机性价比很高,应用广泛,是目前应用数量较多的单片机。

第四阶段(1983 年以后):单片机全面发展阶段。

随着单片机在各个领域的广泛应用,逐渐出现了速度快、容量大、功耗低、功能强的 8 位、16 位、32 位通用型单片机,以及小型廉价的专用型单片机,还有功能全面的片上单片机系统。这些单片机有 Intel 公司的 8044、Zilog 公司的 Super8、Motorola 公司的 MC68CH11、WDC 公司的 65C124 等。

进入 20 世纪 90 年代,各厂家又推出功能更强的单片机,如 Intel 公司的 16 位单片机 MCS-96 系列的升级产品 80196、Motorola 公司的 16 位单片机 MC68CH16 和 32 位单片机 MC8300 系列等。另外,Atmel、Freescale、德州仪器(Texas Instruments, TI)、三菱、日立、飞利浦、LG 等公司也开发了一批性能优越的单片机,推动了单片机的发展和应用。

1.1.3 单片机的发展趋势

总体来说,单片机的发展趋势是多功能、高性能、高速度、大容量、低电压、低功耗、低价格、集成化和专业化等。为了满足不同用户的特殊需求,各个公司分别从不同的方面对单片机进行改进。

1. CPU 的改进

改进 CPU,目标是提高数据处理能力和处理速度。主要措施有:提高时钟频率,目前有的单片机的时钟频率已达 40MHz;采用双 CPU 结构;增加数据总线宽度,内部采用 16 位或 32 位数据总线;16 位和 32 位单片机大多采用流水线结构,指令以队列的形式出现在

CPU 中,且具有很快的运算速度,尤其适用于数字信号处理;大多数单片机的总线接口采用串行总线结构,如飞利浦公司开发的 I²C(Inter Interface Circuit)总线,用两条信号线代替现行的 8 位数据总线,减少了单片机的外部引线,使得单片机与外部接口电路的连接更加简单。有学者认为,CPU 的字长不一定会继续增加,因为尽管现在已经有了 32 位单片机,但是应用并不广泛。

2. 存储器的发展

存储器的发展方向主要是扩大存储容量。对于 8051 内核的单片机来说,片内的程序存储器容量从 1KB 到 64KB 都有,有的单片机的片内程序存储器容量甚至超过 128KB,这样,对于某些测控系统,就可能不必扩展外部程序存储器,从而简化外围电路的设计。新型单片机的片内 RAM 一般可达 256B。

由于半导体技术的发展,早期使用的 EPROM、E²PROM 已被闪烁存储器所替代。闪烁存储器的使用,大大简化了应用系统的结构,提高了程序固化的速度,增加了程序的擦写次数,有的单片机程序的擦写次数高达 10 万次。

程序保密化。一般 EPROM 中的程序容易被复制。为了防止程序外泄,生产厂家对 E²PROM 或闪烁存储器采用加锁方式。加锁后,用户无法读取其中的程序,达到了程序保密的目的。

3. 片内 I/O 的改进

单片机的并行接口可以满足外围设备扩展的需要,而串行接口则可以满足多机通信的需求。增加并行接口的驱动能力,可以减少外部驱动。例如,有的单片机能直接输出大电流和高电压,以便直接驱动发光二极管(Light Emitting Diode, LED)、液晶显示器(Liquid Crystal Display, LCD)和真空荧光显示器(Vacuum Fluorescent Display, VFD)。增加 I/O 接口的逻辑控制功能,以加强 I/O 接口线控制的灵活性。例如,中高档单片机的位处理系统允许对 I/O 接口进行位寻址及位操作。有些单片机设置了一些特殊的串行接口功能,为构成分布式、网络化系统提供了条件。

4. 低功耗化

目前,半数以上的 8 位单片机已经实现了 CMOS 化,CMOS 芯片的功耗很小。为了充分发挥其低功耗的特点,这类单片机普遍配置有 Wait、Stop 两种工作方式。在这些状态下低电压工作的单片机,工作电流仅在 μA 或 nA 量级,非常适合于靠电池供电的便携式、手持式的仪器仪表。

5. 外围电路内装化

随着芯片集成度的不断提高,有可能把众多的外围功能部件集成在片内。为了适应检测、控制的更高要求,除了一般必须具备的 ROM、RAM、中断系统、定时器/计数器外,片内集成的部件还有 ADC、DAC、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、译码驱动器等。随着集成电路技术与工艺的发展,可以把大规模的外围电路全部装入单片机内,实现系统的单片化。

6. 专业化

为了简化系统结构,提高系统的稳定性,节约成本,针对单一用途的专用型单片机将会越来越多。

1.1.4 单片机的分类

根据 CPU 的字长,可以将单片机分为 8 位、16 位、32 位。

根据单片机的用途,可以将单片机分为通用型和专用型。

通用型单片机将可开发的 RAM、ROM、I/O 等内部资源全部提供给用户,用户可以根据实际应用的需要,设计一个以通用单片机芯片为核心,配以外围接口电路和外围设备,并编写相应的程序来实现各种不同功能的测控系统。通常所说的单片机指的就是通用型单片机。本课程所介绍的 AT89C51 单片机正是通用型单片机。

专用型单片机是专门针对某些产品的特定用途而制作的单片机。例如,各种家用电器中的控制器就是专用型单片机。由于专用型单片机用于特定用途,因此单片机制造商往往与测控系统产品的生产厂家合作,共同设计与开发专用的单片机芯片。在设计时,工程师会对单片机的测控功能、系统结构、可靠性和成本等进行综合考虑。专用型单片机针对性强,生产数量大,成本低,性价比高,综合优势十分明显。尽管如此,专用型单片机的基本结构和工作原理仍然是以通用型单片机为基础的。

1.1.5 单片机的特点

单片机功能强大、体积小、价格低廉、应用方便、稳定可靠,它的出现给工业自动化等领域带来了一场重大革命和技术进步。单片机之所以能够得到广泛的应用,是因为其具有以下鲜明的特点。

1. 功能齐全,应用灵活

现在的通用型单片机功能齐全,几乎可以用于各种测控用途。根据实际测控系统的需要,对通用型单片机的功能部件进行简化,并在系统结构上进行优化,就可以得到具有特定功能的专用型单片机。

2. 系统稳定,可靠性强

一般来说,单片机测控系统的零部件较少,结构简单,系统的可靠性较强。通过软件的抗干扰设计,可以提高测控系统的抗干扰能力。

3. 嵌入容易,用途广泛

单片机本身就是一个微型计算机系统,只要在单片机的外部增加一些接口,连接一些必要的外围设备,编写相应的程序,就可以灵活地构成各种应用系统。几乎可以在任何设施或装置中嵌入体积小、功能完善的单片机测控系统,以实现各种方式的检测、计算或控制。在这一点上,一般的微型计算机是做不到的。