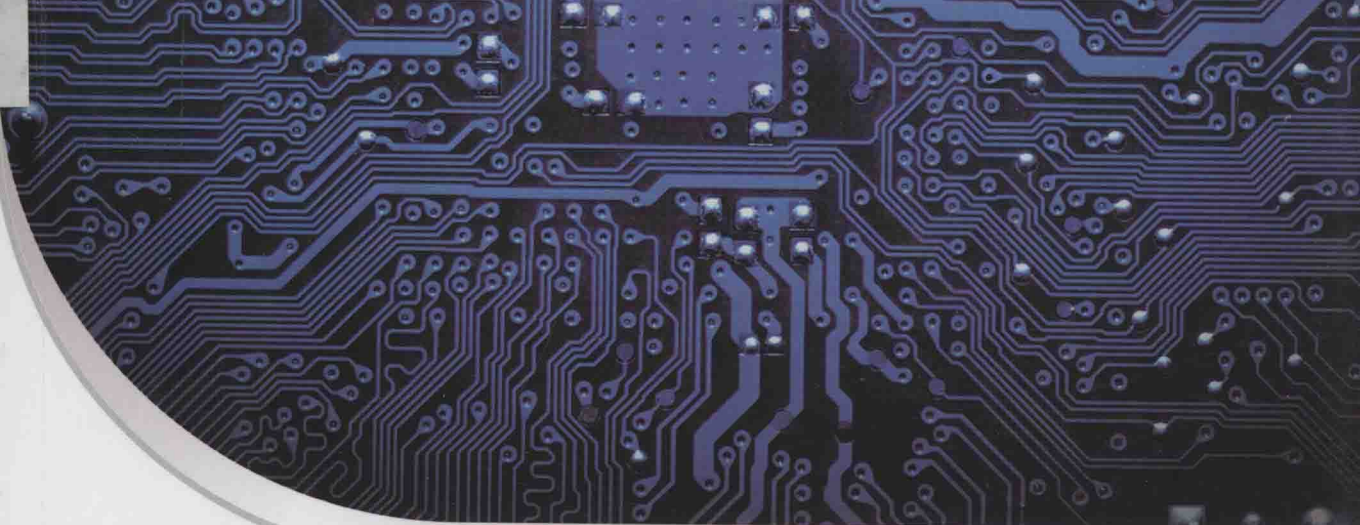




Danpianji Yingyong Jishu



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

单片机应用技术

▲主编 郭增富 薛 君



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>





工学结合
国家示范

化创新系列教材
“三五”规划教材

单片机应用技术

Danpianji Yingyong Jishu

▲主 编 郭 增 富 薛 君

▲副主编 皇甫勇兵 韩 弢 李国强

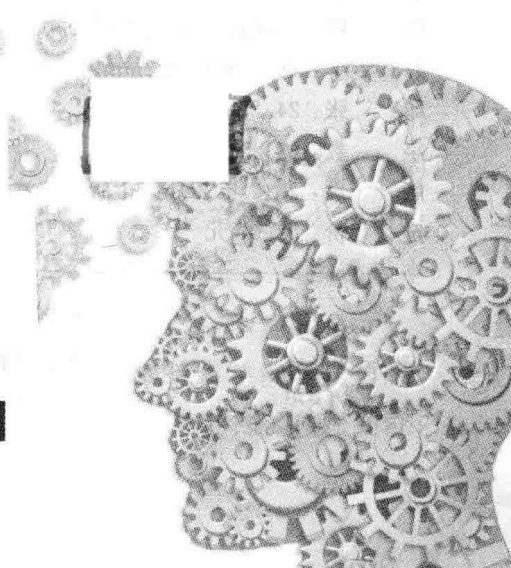
▲参 编 王 宇 杨淑媛 刘 军 孔 红 王晓鹏



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉



内 容 简 介

本书以 AT89 系列单片机作为教学目标机型,逐一讲解了单片机的结构、编程语言、中断系统、定时/计数器、串行通信和混合编程,最后介绍了功能强大的 C8051F020/1/2/3 系列单片机。此外,编者将一些经过实践检验的项目分别用 C51 语言和汇编语言进行程序编写、Proteus 仿真验证后,作为本书中的范例提供给广大读者,希望能起到抛砖引玉的作用。

本书可作为高等职业教育、中等职业教育学校相关专业的单片机教材,也可供相关工程技术人员参考,学习者应在此书的基础上触类旁通、举一反三。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/郭增富,薛君主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.2
ISBN 978-7-5680-2493-8

I. ①单… II. ①郭… ②薛… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 013910 号

单片机应用技术

Dianpianji Yingyong Jishu

郭增富 薛 君 主编

策划编辑:郑小羽

责任编辑:刘 静

封面设计:原色设计

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:24.25

字 数:651 千字

版 次:2017 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:52.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

随着单片机应用技术的广泛普及,学习和使用单片机的人越来越多。为了给广大的单片机爱好者提供一本内容翔实、通俗易懂的学习用书,我们组织相关人员编写了这本《单片机应用技术》。参编人员具有多年的单片机教学经验和丰富的科研、实践经历,有多项与单片机应用技术有关的技术开发项目应用于工程实际中。我们将其中一些经过实践检验的项目整理到本书中作为范例提供给广大读者,希望能起到抛砖引玉的作用。

本书主要以 Atmel 公司生产的 AT89C51/52、AT89S51/52、AT89LP51/52 为目标单片机进行讲述,这些单片机属于 AT89 系列中的基本型产品。C、S、LP 产品面向用户的逻辑结构和操作方法是相同的,我们只要学会使用其中的一个即可,我们选择了 AT89S51 来学习,因为 AT89S51 具有 ISP(在系统编程)功能,这是单片机的发展方向。我们介绍 AT89S52 的目的是希望读者掌握片内数据存储器中与特殊功能寄存器地址重叠的 128 个单元以及增加的定时/数计数器 T2 和看门狗定时器的使用方法,因为它们在高档型产品中是一定存在的。并且,对 T2 的操作方法也可以推广到高档型产品的其他模块。事实上,高档型产品与基本型产品的区别主要是其片内集成的模块多了一些,因此只要学会了 AT89S51 的使用以及增加的 T2 模块的操作方法后,再学习高档型产品的使用就容易多了。

在程序设计方面,首先考虑到 C 语言功能丰富,表达能力强,灵活方便,用 C 语言编写的程序可读性强、可移植性好,有功能丰富的库函数支持等特点,本书将 C51 语言程序设计作为一个重要的内容。本书不仅包括程序设计的基本内容,还包括程序调试、库函数应用和错误提示等实用性很强的内容。同时,考虑到做为单片机“母语”的汇编语言的优点——程序代码简练、执行效率高、定时准确、对硬件控制直接方便、能够 100% 利用单片机的硬件功能等,本书把汇编语言程序设计与 C51 语言程序设计的内容放到了同等重要的位置,书中的许多实例同时给出了两种语言编写的程序。我们认为,对于一个优秀的单片机软件开发者来说,同时掌握 C 语言程序设计方法和汇编语言程序设计方法是必要的,它不仅有助于单片机软件开发者更深刻地理解单片机系统的工作机理,还有助于单片机软件开发者编写出高质量的程序。为此,本书专门编写了“混合编程”一章,供有这方面需求的读者阅读。

作为一本单片机的基础教材,本书不可能一一介绍所有的单片机,也不可能选择太复杂的单片机进行讲授。我们以 AT89 系列单片机作为教学的目标机型,是因为它有着庞大的用户群、广泛的代表性和旺盛的生命力。读者应在此书的基础上触类旁通、举一反三。如果通过本书的学习能为学习和应用其他单片机奠定一个良好的基础,我们将感到无比欣慰。

本书由山西工程职业技术学院郭增富和薛君担任主编,山西工程职业技术学院皇甫勇兵、韩弢,陕西机电职业技术学院李国强担任副主编。山西工程职业技术学院王宇、杨淑媛、孔红,

山西省交通科学研究院刘军,辽宁建筑职业学院王晓鹏参与了该书的编写与整理工作,并对本书提出了宝贵的意见。具体分工如下:郭增富编写了第1章、第6章、第8章的8.6~8.8和第9章;薛君编写了第2章、第3章、第4章、第5章的5.5~5.22、第7章和第8章的8.1~8.5;杨淑媛编写了第5章的5.1~5.4;皇甫勇兵、韩弢、王宇、孔红共同编写了第10章;刘军、王晓鹏、李国强参与了该书的编写、整理与校对工作。

本书可作为高等职业教育、中等职业教育学校相关专业的单片机教材,也可供相关工程技术人员参考。

由于时间仓促,加之水平有限,书中不当或错误在所难免,望广大读者和同行不吝指教。

编 者
2017年1月4日

第 1 章 概述	1
1.1 认识单片机	1
1.1.1 单片机及其特点	1
1.1.2 单片机的两种使用方式	1
1.1.3 单片机的发展概况	2
1.1.4 学习和使用单片机时应该注意的问题	3
1.2 基础知识	4
1.2.1 计算机与数	4
1.2.2 计算机与码	5
1.3 AT89 系列单片机简介	9
思考与练习题	10
第 2 章 单片机结构	11
2.1 AT89S51 总体结构	11
2.1.1 外部结构	11
2.1.2 内部结构	13
2.2 AT89S51 的存储器配置	13
2.2.1 半导体存储器的简介	13
2.2.2 程序存储器	15
2.2.3 数据存储器	15
2.3 AT89S51 的中央处理单元(CPU)	21
2.3.1 组成	21
2.3.2 工作机制	21
2.3.3 CPU 的工作条件	22
2.4 单片机的几种工作方式	23
2.5 AT89S51 单片机的并行输入/输出端口	25
2.5.1 端口功能概述	25
2.5.2 并行口的结构	26

2.5.3 并行口的操作方法	30
2.5.4 并行口在实际使用中的一些问题	30
2.6 最小系统	32
2.7 用 Proteus 搭建和仿真单片机控制电路	34
2.7.1 Proteus 简介	34
2.7.2 搭建和仿真最小系统控制电路	34
2.8 工程剪辑在单片机最小系统绘制中的应用	43
2.9 AT89S52 的结构及存储器	46
思考与练习题	48
第 3 章 AT89S51 单片机的指令系统	49
3.1 基本概念	49
3.1.1 指令	49
3.1.2 指令系统	49
3.1.3 助记符指令格式及常用符号	49
3.1.4 寻址方式	50
3.2 数据传送类指令	53
3.2.1 数据传送类指令的分类及片内 RAM 数据传送指令	53
3.2.2 片外 RAM 数据传送指令	59
3.2.3 从 ROM 中取数的指令	60
3.2.4 小结	61
3.3 算术运算类指令	61
3.3.1 加法指令	62
3.3.2 减法指令	64
3.3.3 乘法指令	65
3.3.4 除法指令	66
3.4 逻辑运算与移位类指令	67
3.5 位操作类指令	70
3.6 控制转移类指令	73
3.6.1 无条件转移指令	73
3.6.2 条件转移指令	75
3.6.3 子程序调用指令与返回指令	78
3.6.4 空操作指令	79
思考与练习题	80
第 4 章 汇编语言程序设计基础	82

4.1	程序设计的基本概念	82
4.2	汇编语言源程序的格式	82
4.3	伪指令	83
4.4	汇编语言程序设计	85
4.4.1	汇编语言程序设计的步骤	85
4.4.2	举例	86
4.5	三种结构的程序	88
4.5.1	顺序结构的程序	88
4.5.2	分支结构的程序	90
4.5.3	循环程序	92
4.6	子程序及其调用	94
4.7	编制程序的一些技巧	95
4.8	实用程序举例	95
4.8.1	冒泡排序法例程	95
4.8.2	算术运算程序	96
4.8.3	码型转换	99
4.9	汇编程序的 Proteus 仿真	101
4.9.1	单片机流水灯程序的仿真	101
4.9.2	单片机数码管程序的仿真	105
4.9.3	矩阵键盘及显示系统	114
	思考与练习题	120
第 5 章	单片机 C51 语言程序设计基础	122
5.1	单片机 C51 语言基础	122
5.2	单片机 C51 语言的基本语法	123
5.2.1	C51 语言的运算量	123
5.2.2	C51 语言的数据类型	124
5.2.3	C51 的存储种类和存储器类型	131
5.2.4	C51 语言的运算符和表达式	134
5.3	数组	143
5.3.1	数组的引入	143
5.3.2	一维数组	144
5.3.3	二维数组	147
5.3.4	字符数组	148
5.3.5	数组的存储空间	150

5.4 指针	150
5.4.1 指针的基本概念	150
5.4.2 指针的定义	151
5.4.3 指针变量的引用	152
5.4.4 指针变量的运算	154
5.4.5 指针变量作为函数的参数	155
5.4.6 数组的指针	155
5.4.7 函数型指针	156
5.4.8 指针数组	157
5.5 结构体	158
5.5.1 结构的定义	158
5.5.2 结构类型变量的引用和初始化	160
5.5.3 结构类型数组	161
5.5.4 结构类型指针	162
5.6 联合体	162
5.7 枚举	164
5.8 typedef 语句	165
5.9 C51 的存储	166
5.9.1 C51 存储类型与 AT89S51 单片机存储器	166
5.9.2 存储模式	167
5.10 C51 流程控制语句	169
5.10.1 C 语言程序的基本结构	169
5.10.2 选择结构流程控制语句	171
5.10.3 循环结构流程控制语句	175
5.11 C51 函数	183
5.11.1 C51 程序的结构	183
5.11.2 函数的分类	184
5.11.3 函数的说明	185
5.11.4 函数的参数和函数返回值	192
5.11.5 函数的调用	194
5.12 数组、指针与函数调用	199
5.12.1 数组作为函数的参数	199
5.12.2 指针作为函数的参数	201
5.12.3 返回指针类型的函数	204

5.13 内部函数和外部函数	205
5.13.1 内部函数	205
5.13.2 外部函数	206
5.14 C51 库函数介绍	206
5.14.1 intrins. h	206
5.14.2 absacc. h	208
5.15 C51 预处理器	209
5.15.1 包含文件伪指令	209
5.15.2 伪指令宏	210
5.16 #error 伪指令	214
5.17 开发 C51 程序	214
5.17.1 C51 程序的基本概念	214
5.17.2 C51 程序的常用名词	215
5.17.3 C51 开发流程	216
5.18 流水灯的单片机仿真	217
5.18.1 流水灯电路原理	217
5.18.2 电路原理图绘制	217
5.18.3 C 代码添加及编译	218
5.18.4 仿真	222
5.19 LCD1602 的仿真	222
5.19.1 电路原理	222
5.19.2 原理图绘制和代码添加	225
5.19.3 编译和调试	226
5.19.4 仿真	230
5.20 TLC5165 D/A 转换的仿真	232
5.20.1 电路原理图	232
5.20.2 电路原理图绘制及代码添加	234
5.20.3 编译和调试	235
5.20.4 仿真	237
5.21 矩阵键盘及显示系统	239
5.22 Keil 编译配置	241
5.22.1 编译器的下载及安装	241
5.22.2 编译器的配置	242
思考与练习题	245

第6章 中断系统	248
6.1 从数据传送方式理解中断的基本概念	248
6.1.1 数据传送方式及中断的概念	248
6.1.2 中断过程描述	249
6.1.3 中断系统的基本功能	249
6.2 AT89S51 的中断系统	249
6.2.1 中断源及中断请求信号的传递	249
6.2.2 中断源及其服务程序入口地址	251
6.2.3 中断系统的操作	251
6.2.4 中断处理过程	255
6.3 AT89S52 中断系统及操作	257
6.4 中断服务程序的编写例程	258
6.4.1 汇编语言编写中断服务程序	258
6.4.2 C51 语言编写中断服务程序	263
6.4.3 AT89S52 编程的注意事项	265
思考与练习题	266
第7章 定时/计数器	268
7.1 AT89S51 定时/计数器的结构和工作原理	268
7.2 AT89S51 定时/计数器的工作方式	271
7.2.1 工作方式0	271
7.2.2 工作方式1	276
7.2.3 工作方式2	284
7.2.4 工作方式3	287
7.2.5 综合应用	288
7.3 AT89S52 定时/计数器简述	292
7.3.1 与定时/计数器 T2 相关的寄存器	292
7.3.2 定时/计数器 T2 的工作方式	294
7.3.3 定时/计数器 T2 的工作模式	294
7.4 AT89S52 中的看门狗定时器	298
7.4.1 WDT 的结构及工作工作原理	298
7.4.2 WDT 的几种运行情况	298
思考与练习题	299
第8章 数据通信和串行口	300
8.1 数据通信的概念	300

8.1.1 通信协议	300
8.1.2 通信的分类	300
8.1.3 串行通信的两种基本方式	301
8.1.4 串行通信中数据的传送方向	302
8.2 AT89S51 单片机串行口的结构与工作原理	302
8.3 串行口的操作	303
8.4 串行口工作方式	305
8.4.1 工作方式 0	306
8.4.2 工作方式 1	309
8.4.3 工作方式 2 和工作方式 3	315
8.5 AT89S52 的波特率设置	323
8.6 多机通信简介	324
8.7 单片机与计算机的通信	326
8.8 串行口的应用总结	331
8.8.1 帧格式和波特率的设置	331
8.8.2 编程	331
思考与练习题	333
第 9 章 混合编程	334
9.1 简介	334
9.2 在 C51 语言程序中嵌入汇编语言程序段	334
9.2.1 程序格式	334
9.2.2 编译	335
9.3 C51 语言程序调用汇编语言程序	336
9.3.1 无参数传递时的调用	336
9.3.2 有参数传递时的调用	338
9.4 在 C51 语言程序中使用汇编语言编写中断服务程序	345
9.4.1 中断服务程序的格式	345
9.4.2 举例	345
9.5 汇编语言程序调用 C51 语言程序	348
9.5.1 格式	348
9.5.2 例题	348
9.6 小结	349
思考与练习题	349
第 10 章 C8051F020/ 1/ 2/ 3 单片机简介	350

10.1 CIP-51™ CPU	352
10.1.1 与 8051 完全兼容	352
10.1.2 速度提高	352
10.1.3 增加的功能	353
10.2 片内存储器	354
10.3 JTAG 调试和边界扫描	355
10.4 可编程数字 I/O 口和交叉开关	356
10.5 可编程计数器阵列	357
10.6 串行端口	357
10.7 位模/数转换器一	358
10.8 位模/数转换器二	359
10.9 比较器和 D/AC	359
附录 A ASCII 码表	361
附录 B AT89S51、AT89S52 的《数据手册》网址	362
附录 C C51 编译器使用错误提示	363
C.1 致命错误	363
C.2 语法及语义错误	365
C.2.1 错误格式	365
C.2.2 错误信息及可能发生的原因	365
参考文献	376

◀ 1.1 认识单片机 ▶

1.1.1 单片机及其特点

单片机(single chip microcomputer)是单片微型计算机的简称,是将普通微型计算机的四大功能部件(中央处理器、存储器、接口和专用功能部件)全部集成到一个芯片内构成的计算机。从外部来看,这种计算机就是一片集成电路。单片机外形图如图 1-1 所示。

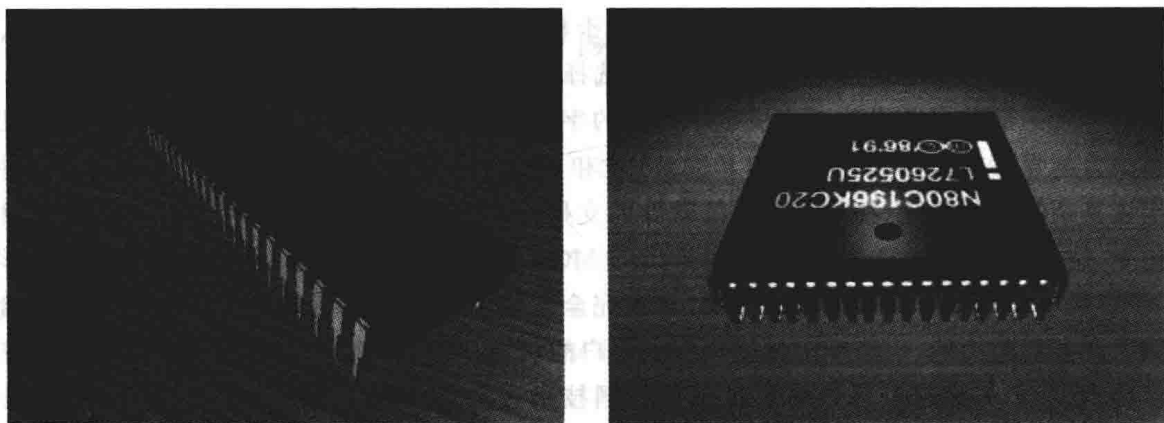


图 1-1 单片机外形图

由于这一片(单片)集成电路具备了微型计算机的基本功能,因此才有了单片机这个名称。

与普通计算机相比,单片机具有体积小、可靠性高、抗干扰能力强的特点,特别适合在生产设备的自动控制、生产过程的数据采集等领域作为控制器使用。正因为如此,单片机也称为微控制器(microcontroller unit,MCU)。由于在使用时,作为控制器的单片机往往要放到被控设备中,因此单片机控制系统也叫嵌入式系统(embedded microcontroller unit,EMCU)。我们日常生活中常见的全自动洗衣机就是依靠嵌入在洗衣机中的一个单片机完成对洗衣过程的自动控制的。

1.1.2 单片机的两种使用方式

单片机的第一种使用方式是“一次性”使用方式,即单片机用户委托单片机制造商专门为某一种设备的控制而设计生产具有专门用途的单片机(像上面提到的全自动洗衣机中的单片机)。这类单片机也称为专用单片机。专用单片机除了具有体积小、可靠性高、抗干扰能力强的特点外,还有一个显著的特点就是价格便宜。因为这种单片机是为某一用途专门设计的,它没有任何多余部件,连程序代码也是由单片机制造商一次性批量烧制的,所以其生产成本较低,价格自

然便宜。单片机的这种使用方式常见于已定型的大批量生产的设备(如家用洗衣机的控制器)中。这是单片机最主要的使用方式。

单片机的第二种使用方式是“可重复”使用方式,即单片机制造商主动设计生产一系列多种型号的单片机供用户选用。这种单片机不是为某一特定用途设计的,而是要尽可能地适应各种使用场合,因而要求它具有尽可能多的功能。这类单片机也称为通用单片机。通用单片机集成了许多常用的功能部件,如定时器、并行输入/输出端口(简称为并行口)、数/模转换器(D/A转换器,简称 D/AC)和模/数转换器(A/D转换器,简称 A/DC)等。这类单片机的优点是适应性强、可以解决实际中常见的问题。当这类单片机使用在某一特定场合时,往往只用其中的一个或几个功能,其他的功能部件就闲置不用而浪费了。通用单片机适合在设备的研制过程中和小批量生产的设备中作为控制器使用。在市面上买到的单片机大多是通用单片机,我们学习和使用的单片机也将是通用单片机。不难想到,只要掌握了通用单片机的使用方法,自然就会用专用单片机了。

1.1.3 单片机的发展概况

自从 20 世纪 70 年代问世以来,在庞大市场的需求推动下,单片机及其应用技术有了突飞猛进的发展。目前,市场上的单片机产品不下千种。这些不同性能、不同制造商、不同系列、不同型号的单片机产品给使用者提供了极大的选择余地。

单片机内部数据总线的宽度决定单片机的字长。一般来说,单片机的字长越长,单片机的处理能力越强。现在市面上能见到 8 位、16 位和 32 位三种字长的单片机。32 位的单片机适用于比较复杂的控制系统,往往需要系统软件的支持,不适合初学者学习和使用。在 8 位的单片机和 16 位的单片机中,美国 Intel 公司推出的 MCS-51 系列和 MCS-96 系列具有比较大的影响力,特别是 MCS-51 系列 8 位的单片机,它在完全兼容了之前的 MCS-48 系列单片机的基础上增加了许多新的功能,一经推出便受到新老用户的欢迎。从 20 世纪 80 年代初单片机及其应用技术传入我国,MCS-51 系列单片机也是我国技术人员使用最多的一种单片机。目前,虽然 Intel 公司已经停止生产 MCS-51 系列单片机,但考虑到 MCS-51 系列单片机庞大的用户群,世界多家著名的芯片生产商(如 Atmel 公司、PHILIPS 公司、Siemens 公司、Silicon Laboratories 公司等)生产出了多款与 MCS-51 系列单片机兼容的单片机芯片,以适应市场的需求。

Atmel 公司生产的 AT89 系列单片机不仅完全涵盖了 MCS-51 系列中的所有单片机产品,还进一步拓展了产品种类,既有 14 个引脚的、廉价的、适合简单应用的芯片,也有 64 个引脚的、内部集成了多种外围设备(外设)的高性能芯片。它们除了完全兼容 MCS-51 的指令系统外,指令的执行效率有了很大提升。该公司最新推出的 AT89LP 系列产品在宽电源电压(2.5~5.5 V)和低功耗方面的性能又有了新的提高,适于在由电池供电的手持式设备中使用。这些芯片一般采用 FLASH 程序存储器,大多支持在系统编程。

Silicon Laboratories 公司生产的 C8051F02x 系列单片机是高端的 MCS-51 兼容芯片,片内集成了晶振和常用的外设,其指令执行速度比传统的 MCS-51 产品的至少提高了 10 倍。这里以其中的 C8051F020 为例来说明 C8051F02x 系列单片机的性能特点。C8051F020R 的主要性能如下。

(1) 采用流水线结构的、与 MCS-51 系列单片机兼容的 CIP-51 内核,指令执行速度可达 25 MIps (25 000 000 条指令/秒)。

(2) 采用 64 KB 的 FLASH 程序存储器。

- (3) 采用 256+4 096 字节数据存储器。
- (4) 采用 64 个 I/O(输入/输出)引脚。
- (5) 采用 1 个 12 位 A/DC,转换速度可达 100 ksps(每秒 1×10^5 次)。
- (6) 采用 1 个 8 位 A/DC,转换速度可达 500 ksps。
- (7) 采用 2 个 12 位 D/AC。
- (8) 采用 2 个由硬件实现的串行总线接口。
- (9) 采用 2 个全双工异步串行通信接口。
- (10) 采用 5 个通用的 16 位定时器。
- (11) 采用 1 个看门狗定时器、1 个电源电压监视器和 1 个芯片温度传感器。

这些性能完全可以满足一个具有相当规模的控制系统的需求。

目前,还有众多的技术人员在使用 MCS-51 兼容单片机,世界著名的一些芯片生产商还在不停地推出新的 MCS-51 兼容产品来适应市场的需求。可以预见,在未来几年,MCS-51 兼容芯片仍将具有旺盛的生命力,在单片机应用的中低端市场上扮演重要角色。这也就是本书仍然以 MCS-51 兼容单片机为目标芯片来编写的原因。事实上,只要真正学会了一种单片机的使用方法,在学习其他种类的单片机的时候就容易多了。

1.1.4 学习和使用单片机时应该注意的问题

目前,大到在工业生产中的自动化生产线中,小到在家用电器、智能玩具中,都能看到单片机的身影。因此,单片机应用技术已经成为电气类专业的学生和从事电气行业的技术人员必备的技能。

初学单片机常常会遇到一些困难,其原因在于单片机系统的综合性。学习单片机,不仅需要熟悉数据传送、运算与存储这些微机原理方面的知识,还需要熟悉信号的提取、放大与滤波等电子电路里面的方法,有时还需要了解自动控制原理方面的知识,而在进行电路元件的参数计算与选择时还需要一些实践经验。另外,在编制程序时,需要的不仅仅是程序设计方面的知识,更重要的可能是数学、物理、化学等基础学科的知识。例如:编程序求解二元一次方程,需要知道二元一次方程的求根公式,这个公式在任何一本程序设计书里都找不到。再例如:一个没有自动控制原理知识的人不可能编制出含有 PID(比例-积分-微分)控制规律的程序。

学习单片机,没有捷径可走,必须要有“需要什么学什么”“用到什么学什么”的思想,千万不要认为在学校学习的几门课程就够用一辈子了;要不断地学习,拓宽自己的知识面;要关注学科与学科之间的联系。只有这样,才能使自己的认识水平和专业素养得到全面提高。

实践经验只有通过实践活动来总结、积累。现在的一些计算机软件可以提供给人们一个仿真的实践环境。Proteus 就是一个这样的软件,它既能进行单片机电路和程序的仿真调试和运行,又能进行单片机和常见的外围设备(如液晶显示器、键盘、发光二极管、步进电机等)的联合实时仿真调试和运行,还可生成 PCB(印刷电路板)文件。Proteus 是单片机初学者的好帮手,也是设计单片机系统的一个很好的工具。需要注意的是,仿真毕竟是仿真,它确实能帮助人们解决很多问题,但它解决不了所有的问题。有些问题只有在真正的实践环境中才能暴露出来,所以必须在真正的实际环境中解决这些问题。

经过四十多年的发展,单片机应用技术发生了很多变化。早期,由于市场上的单片机种类不多,使用者能选择的余地很小。人们在设计单片机系统的时候,考虑的更多的是系统的灵活性和通用性,因此系统中的芯片比较多。像 8031(MCS-51 系列中的一个产品)系统,最少由 3

个芯片——8031 芯片、程序存储器芯片、锁存器芯片组成。如果 8031 的数据存储器和并行口不够用,还得至少再扩展一个数据存储器芯片 6264 和一个并行口芯片 8255,这就大大地削弱了单片机系统体积小、可靠性高、抗干扰能力强的特点。现在,人们的设计理念发生了根本的变化,人们优先考虑的是尽量减小单片机系统的体积,尽可能提高单片机系统的可靠性。现在市场上有足够多种类的单片机供人们选择,从几个引脚(PIC10F200 只有 6 个引脚)到 100 多个引脚(C8051F020 有 100 个引脚)的都有,而且其内部一般都集成有 FLASH 程序存储器。这就给人们设计出真正的“单片”系统提供了物质保证。显然,这种单片化的设计方案更能凸显单片机系统体积小、可靠性高、抗干扰能力强的特点。如果“单片”系统的硬件资源(如存储器和并行口)不够用,解决的办法是换一款功能更强的单片机而不是在现有系统的基础上通过增加芯片以扩展功能来解决。这也是我们使用单片机时应该注意的问题。

另外,在实际中选择、使用单片机时一定要首先阅读《数据手册》。《数据手册》是由单片机制造商编制的介绍单片机性能、参数(包括极限参数)、使用环境和操作方法的一份资料。《数据手册》是单片机制造商公开发布的,可在其官网上阅读或下载。阅读《数据手册》首先是为了解决以下两个问题:一是该单片机的性能是否能满足系统的要求;二是系统的工作环境和系统中的物理量及其极限值是否是单片机所能承受的。只有这两项都没问题,才可进行下一步的工作。阅读《数据手册》的第二个目的是为了清楚地了解单片机各功能部件的操作方法。有些《数据手册》还提供了功能部件使用范例和例程,要认真阅读和理解这些范例和例程并在系统中加以应用。切不可单凭经验、想当然办事,否则将事倍功半,甚至造成不可预测的后果。

1.2 基础知识

1.2.1 计算机与数

我们最熟悉的是十进制数,它有 0~9 十个记数符号,计数规则是“逢十进一”。算盘每一挡上的一个顶珠和四个底珠刚好可以组合出十种不同的状态,分别表示十进制数的 0~9 十个记数符号,因此算盘可以直接表示和计算十进制数。

计算机也是一种计算工具,但计算机主要是由逻辑电路组成的,逻辑电路只有“高电平”和“低电平”两个不同的状态,无法对应十进制数的十个记数符号,所以计算机不能直接表示和计算十进制数。

二进制数只有两个记数符号 0 和 1,计数规则是“逢二进一”。只要规定逻辑电路的高电平表示二进制数的 1,低电平表示二进制数的 0(反过来也可以,只不过人们已经习惯于这样做了),我们就可以用逻辑电路表示和处理二进制数。

如图 1-2 所示,在一个脉冲作用后,电路的状态变为:Q3 为高电平,Q2 为低电平,Q1 为低电平,Q0 为高电平。它表示了一个二进制数 1001。

十进制数和二进制数是可以等值互换的,有关概念和方法在《数字电路》一书中有详细的介绍,在此不再赘述。

由于计算机只能表示和处理二进制数,所以我们在学习和使用计算机尤其是单片机时使用二进制数会方便一些。但二进制数书写起来比较麻烦,一个不大的数就要写一长串。例如:十进制数 127 只有三位,换成等值的二进制数为 1111111,需要写七位。如果把二进制数先转换成十进制数后再写,换来换去更不方便。为了解决这个问题,人们使用了十六进制数。十六进