



手把手教你学系列丛书



手把手教你学 单片机C程序设计

周兴华 编著



内含多媒体教学例程



北京航空航天大学出版社

手把手教你学系列丛书

手把手教你学 单片机 C 程序设计

周兴华 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

以实践为主线,以生动短小的实例为灵魂,穿插介绍C语言的语法及其针对单片机的特别定义,使理论与实践结合,使读者掌握单片机的C语言编程。内容包括:C语言的基础知识、Keil软件的使用、程序的编写与调试方法及其他相关知识。随书光盘提供了书中所有实验程序代码和多媒体教学例程,包括Keil C51安装演示、Keil C51实际操作演示和程序的下载实际操作演示动画等。

本书可作为中高等职业学校、电视大学等的教学用书,也可作为单片机爱好者自学单片机C语言的教材。

图书在版编目(CIP)数据

手把手教你学单片机C程序设计 / 周兴华编著. — 北京:
北京航空航天大学出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-81124-214-0

I. 手… II. 周… III. 单片微型计算机—C语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第143027号

© 2007, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可, 任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

手把手教你学单片机C程序设计

周兴华 编著

责任编辑 杨 昕 刘 工

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1 092 1/16 印张: 22.25 字数: 570千字

2007年10月第1版 2007年10月第1次印刷 印数: 6 000册

ISBN 978-7-81124-214-0 定价: 36.00元(含光盘1张)

前言

作者从 20 世纪 80 年代初就开始了电子制作实践,从刚开始装收音机、耳塞机之类的,到后来的对讲机、电视机等,一直到最后搞自动化控制,由于采用的是晶体管分立件电路或集成电路与晶体管混合式电路,系统变得越来越复杂,调试、排错与修理也越来越麻烦。

自从单片机问世后,作者就知道了它的巨大作用。单片机——单片微型计算机,即单片微电脑!用它来取代经典电子控制电路,具有体积小、元件省、功能强、可靠性高、应用灵活等突出优点。有人曾戏称,一条软件指令可取代好几个晶体管或数字逻辑单元,其实一点也不为过。

作者较早接触单片机并将其应用于自动控制领域内,多年的实践经验是一笔宝贵的财富。因此,自从作者以实践为主的入门书籍《手把手教你学单片机》出版后,受到广大学生、工程技术人员、电子爱好者的热烈欢迎。该书教学方式新颖独特,入门难度也明显降低,结合边学边练的实训模式,很快有一大批读者入了单片机这扇门。该书上市仅一年多,就已重印多次,由此可知该书对单片机初学及入门有着巨大的帮助作用。该书使一大批读者从传统的电子技术领域步入了微型计算机领域,进入了一个崭新的天地。

《手把手教你学单片机》一书是以汇编语言为主进行讲解实验的,作为初学者必须掌握汇编语言的基本设计方法,因为汇编语言直接操作计算机的硬件,学习汇编语言对于了解单片机的硬件构造是有帮助的。但是许多读者发现,采用汇编语言编写单片机应用系统程序的周期长,而且调试和排错也比较困难。随着社会竞争的日益激烈,开发效率已成为商战制胜的重要法宝之一。

为了提高编制计算机系统和应用程序的效率,改善程序的可读性和可移植性,最好的办法是采用高级语言编程。目前,C 语言逐渐成为国内外开发单片机的主流语言。用 C 语言来编写目标系统软件,会大大缩短开发周期,增加软件的可读性,且便于改进和扩充,从而研制出规模更大、性能更完备的系统;并且,采用 C 语言编写的程序能够很容易地在不同类型的计算机之间进行移植。因此,用 C 语言进行单片机程序设计是单片机开发与应用的必然趋势。

单片机是一门实践性极强的技术。实践与统计表明,如果不花费大量的时间进行实践、实验,那么很少有人能真正掌握单片机技术。《手把手教你学单片机 C 程序设计》教学方式同《手把手教你学单片机》如出一辙,主要也是通过具体的实践、实战,一步步深入,使读者在无形中“天天有进步,年年有收获”。读者只要将每章的实验内容做了,理解了,吃透了,那么当学完了整本书之后,读者的能力将会提升到一个新的高度——可以独立、高效地研发复杂产品,其前途当然与从前相比不可同日而语。

学单片机切记:实践,实践,再实践!

考虑到有些读者初学 C 语言的接受能力与学习成本,学习时主要采用“程序完成后软件仿真(也可进行简易的在线仿真,见第 2 章中有关“51 MCU DEMO 试验板”的介绍)→单片机

下载程序→试验板通电实验”的方法,这样,其实验器材(不包括 PC 机)的基本配置仅 200 多元。即使按照完全配置,也不到 400 元。对大部分的单片机爱好者来说都有这个经济承受能力。

参与本书编写工作的主要人员有周兴华、吕超亚、傅飞峰、周济华、沈惠莉、周渊、周国华、丁月妹、周晓琼、钱真、周桂华、刘卫平、周军、李德英、朱秀娟、刘君礼、毛雪琼、邱华锋、胡颖静、吴辉东、冯骏、孔雪莲等,全书由周兴华统稿并审校。

本书的编写工作得到了北京航空航天大学何立民教授的关心与鼓励,北京航空航天大学出版社的胡晓柏编辑也做了大量耐心细致的工作,使得本书得以顺利完成,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中必定还存在不妥之处,诚挚欢迎广大读者提出意见并不吝赐教。

周兴华

2007 年 8 月

本书所配的实验器材如下:

- 51 MCU DEMO 试验板;
- 并口下载器;
- 16×2 字符型液晶显示模组(带背光照明);
- 128×64 点阵图形液晶显示模组(带背光照明);
- 5 V 高稳定专用稳压电源;
- 配套软件。

读者朋友如自制或购买以上实验器材有困难时,可与作者联系,咨询购买事宜。联系方式如下:

地址:上海市闵行区莲花路 2151 弄 57 号 201 室

邮编:201103

联系人:周兴华

电话(传真): 021-64654216 13044152947 13774280345

技术支持 E-mail: zxx2151@sohu.com

zxx2151@yahoo.com.cn

作者主页: <http://www.hlelectron.com>



第1章 概 述

- 1.1 高效率的 C 语言编程 1
- 1.2 C 语言具有突出的优点 2

第2章 单片机简史及实验器材简介

- 2.1 单片机的发展简史及特点 4
- 2.2 单片机 C 语言入门的有效途径
..... 5
- 2.3 实验器材介绍 6

第3章 Keil C51 集成开发环境及并口下载软件介绍

- 3.1 Keil C51 集成开发平台安装 12
- 3.2 并口下载软件使用 13

第4章 单片机基本知识及第一个 C51 程序

- 4.1 MCS-51 单片机的基本结构 ... 16
- 4.2 80C51 的基本特征及引脚定义
..... 17
- 4.3 80C51 的内部结构 19
- 4.4 80C51 的存储器配置和寄存器
..... 21
- 4.5 第一个 C51 演示程序及效果 ... 24

第5章 C 语言程序的基本结构

- 5.1 函数调用实验 30
- 5.2 C 语言程序的组成结构 32
- 5.3 主函数实验 33
- 5.4 文件包含处理 34
- 5.5 通用的 C 语言程序组成结构 ... 36
- 5.6 函数连接实验一 38
- 5.7 函数连接实验二 40

第6章 C 语言的标识符、关键字和数据类型

- 6.1 标识符和关键字 43

6.2 4 个 LED 数码管从左至右显

示“1234” 45

6.3 数据类型 48

6.4 8 个 LED 数码管从左至右扫描显

示“00000000”(一) 50

6.5 8 个 LED 数码管从左至右扫描显

示“00000000”(二) 52

6.6 变量的数据类型选择 53

6.7 数据类型之间的转换 53

6.8 无符号字符型变量值与无符号整

型变量值相乘实验 54

6.9 无符号整型变量值与无符号整型

变量值相乘实验 55

第7章 常量、变量及存储器类型

7.1 常 量 58

7.2 乘法运算:两个乘数分别为常量与

变量 58

7.3 变 量 60

7.4 存储器类型 60

7.5 两个局部变量 val1、val2 的显示

实验 63

7.6 全局变量 globe_x 的显示实验

..... 65

第8章 编译预处理及重新定义数据类型

8.1 宏定义 68

8.2 两数相加并输出结果实验 69

8.3 使用带参数的宏定义进行运算

..... 71

8.4 文件包含 72

8.5 条件编译 73

8.6 重新定义数据类型 74

8.7 8 个 LED 模拟彩灯闪烁实验 ... 75

第 9 章 运算符与表达式

9.1 算术运算符与表达式	77
9.2 数学运算与显示实验	77
9.3 关系运算符与表达式	79
9.4 输入数的大小比较及判断实验	80
9.5 逻辑运算符与表达式	83
9.6 赋值运算符与表达式	83
9.7 逻辑判断实验	84
9.8 自增和自减运算符与表达式	87
9.9 自增运算 $a++$ 和 $++b$ 实验	87
9.10 逗号运算符与表达式	89
9.11 条件运算符与表达式	89
9.12 位运算符与表达式	89
9.13 两个变量 x 、 y 的位运算实验	90
9.14 强制类型转换运算符与表达式	91
9.15 sizeof 运算符与表达式	92

第 10 章 表达式语句与复合语句

10.1 表达式语句	93
10.2 复合语句实验	94
10.3 程序的结构化设计	97
10.4 条件语句与控制结构	97
10.5 条件语句实验一	98
10.6 条件语句实验二	99

第 11 章 switch/case 开关语句

11.1 switch/case 开关语句的组成形式	102
11.2 switch/case 开关语句实验	103
11.3 循环语句	108
11.4 while 语句实验	109
11.5 for 语句实验	111
11.6 goto 语句	112
11.7 break 语句和 continue 语句	112
11.8 break 语句实验	113
11.9 continue 语句实验	114

第 12 章 函数的定义

12.1 函数定义的一般形式	117
12.2 函数的参数和函数返回值	118
12.3 无参数函数、有参数函数及空函数	118
12.4 函数调用的三种方式	119
12.5 对被调用函数的说明	119
12.6 参数传递的函数调用实验	120
12.7 三个数大小自动排列实验	122
12.8 华氏-摄氏温度转换的仪器实验	124

第 13 章 数组

13.1 一维数组的定义	130
13.2 二维及多维数组的定义	131
13.3 字符数组	131
13.4 数组元素赋初值	132
13.5 数组作为函数的参数	132
13.6 数组显示实验	133
13.7 输入 10 个整数(0~999 之间), 输出其中的最大数实验	138
13.8 选择法数组排序显示实验	143
13.9 模拟花样广告灯显示实验	147

第 14 章 指针

14.1 指针与地址	149
14.2 指针变量的定义	149
14.3 指针变量的引用	150
14.4 数组指针与指向数组的指针变量	151
14.5 指针变量的运算	151
14.6 指向多维数组的指针和指针变量	152
14.7 直接引用变量和间接引用变量实验	152
14.8 下标法和指针法引用数组元素实验	154
14.9 地址传递的函数调用实验	156
14.10 用数组名作为函数的参数进行传递实验	158

第 15 章 结构体、共用体及枚举

- 15.1 结构体的概念 161
- 15.2 结构体类型变量的定义 161
- 15.3 关于结构体类型有几点需要注意的地方 163
- 15.4 结构体变量的引用 163
- 15.5 结构体变量的初始化 163
- 15.6 结构体数组 164
- 15.7 指向结构体类型数据的指针 164
- 15.8 用指向结构体变量的指针引用结构体成员 165
- 15.9 指向结构体数组的指针 165
- 15.10 将结构体变量和指向结构体的指针作函数参数 165
- 15.11 共用体的概念 165
- 15.12 共用体类型变量的定义 166
- 15.13 共用体变量的引用 167
- 15.14 枚举类型 167
- 15.15 计时器设计(待显时间存放于结构体变量中)实验 168
- 15.16 跑表设计(计时时间存放于结构体变量中)实验 172
- 15.17 计时器设计(计时时间存放于共用体变量中)实验 180
- 15.18 枚举类型实验 184

第 16 章 定时器/计数器控制及 C51 编程

- 16.1 定时器/计数器的结构及工作原理 187
- 16.2 定时器/计数器方式寄存器 TMOD 和控制寄存器 TCON 188
- 16.3 定时器/计数器的工作方式 189
- 16.4 定时器/计数器的初始化 192
- 16.5 蜂鸣器发音实验 193
- 16.6 定时器 T1 以方式 1 计数实验 194
- 16.7 定时器 T0 以方式 2 定时实验 196

第 17 章 串行接口及 C51 编程

- 17.1 串行口的控制与状态寄存器 SCON 199
- 17.2 特殊功能寄存器 PCON 200
- 17.3 串行口的工作方式 201
- 17.4 波特率选择 202
- 17.5 单片机与 PC 机的通信实验 1 203
- 17.6 单片机与 PC 机的通信实验 2 207

第 18 章 中断控制及 C51 编程

- 18.1 中断的种类 213
- 18.2 MCS-51 单片机的中断系统 214
- 18.3 编写 80C51 单片机中断函数时应严格遵循的规则 218
- 18.4 外中断实验 218
- 18.5 定时中断实验 221
- 18.6 简易万年历实例 223

第 19 章 键盘接口技术及 C51 编程

- 19.1 独立式键盘 227
- 19.2 行列式键盘 228
- 19.3 独立式键盘接口的编程模式 228
- 19.4 行列式键盘接口的编程模式 228
- 19.5 键盘工作方式 229
- 19.6 独立式键盘输入实验 229
- 19.7 行列式键盘输入实验 231
- 19.8 扫描方式的键盘输入实验 234
- 19.9 定时中断方式的键盘输入实验 237

第 20 章 LED 显示器接口技术及 C51 编程

- 20.1 LED 数码显示器构造及特点 241
- 20.2 LED 数码显示器显示方法 242
- 20.3 静态显示实验 244
- 20.4 慢速扫描动态显示实验 245
- 20.5 快速扫描动态显示实验 247

20.6	实时时钟实验.....	248	22.12	在 51 MCU DEMO 试验板上实现 16×2LCM 演示程序 1	294
第 21 章	I²C 串行接口器件 24C01 及 C51 编程		22.13	在 51 MCU DEMO 试验板上实现 16×2LCM 演示程序 2	299
21.1	EEPROM AT24CXX 的性能特点	253	第 23 章	点阵图形液晶模块及 C51 编程	
21.2	AT24CXX 系列 EEPROM 芯片的寻址	255	23.1	128×64 点阵图形液晶模块的特性	304
21.3	写操作方式	256	23.2	128×64 点阵图形液晶模块的引脚及功能	305
21.4	读操作方式	257	23.3	128×64 点阵图形液晶模块的内部结构	306
21.5	读写 AT24C01 的相关功能子函数	259	23.4	HD61203 的特点	307
21.6	读写 AT24C01 实验	261	23.5	HD61202 的特点	308
21.7	具有断电后记忆定时时间的实时时钟实验	266	23.6	HD61202 的工作原理	309
第 22 章	16×2 点阵字符液晶模块及 C51 驱动		23.7	HD61202 的工作过程	312
22.1	16×2 点阵字符液晶显示器概述	281	23.8	点阵图形液晶模块的控制器指令	313
22.2	液晶显示器的突出优点	282	23.9	HD61202 的操作时序图	314
22.3	16×2 字符型液晶显示模块的特性	282	23.10	128×64 点阵图形液晶模块与单片机的连接方式	316
22.4	16×2 字符型液晶显示模块的引脚及功能	282	23.11	128×64 点阵图形液晶模块及 C51 驱动子函数	316
22.5	16×2 字符型液晶显示模块的内部结构	283	23.12	128×64LCM 演示程序 1 ...	318
22.6	液晶显示控制驱动集成电路 HD44780 的特点	283	23.13	128×64LCM 演示程序 2 ...	326
22.7	HD44780 的工作原理	285	第 24 章	AT89S51 看门狗定时器原理及应用	
22.8	LCD 控制器的指令	288	24.1	看门狗定时器原理	340
22.9	LCM 工作时序	290	24.2	看门狗实验：“流水灯”实验 1	340
22.10	16×2 点阵字符液晶模块与单片机的连接方式	292	24.3	看门狗实验：“流水灯”实验 2	343
22.11	16×2 点阵字符液晶模块及 C51 驱动子函数	292	参考文献		346

第 1 章

概 述

自从出版了《手把手教你学单片机》一书后,由于其教学方式新颖独特,入门难度明显降低,结合边学边练的实训模式,很快有一大批读者入了单片机这扇门;使不少读者从传统的电子技术领域步入了微型计算机领域,进入了一个崭新的天地。

《手把手教你学单片机》一书是以汇编语言为主进行实验讲解的,作为初学者必须基本掌握汇编语言的设计方法,因为汇编语言直接操作计算机的硬件,学习汇编语言对于了解单片机的硬件构造是有帮助的。

从前,汇编语言是单片机工程师进行软件开发的唯一选择,但汇编语言程序的可读性和可移植性较差,采用汇编语言编写单片机应用系统程序的周期长,而且调试和排错也比较困难。许多读者发现,采用汇编语言设计一个大型复杂程序时,可读性较差,往往隔一段时间再看,又要花脑力从头再来。随着社会竞争的日益激烈,开发效率已成为商战制胜的重要法宝之一。

1.1 高效率的 C 语言编程

为了提高编制计算机系统和应用程序的效率,改善程序的可读性和可移植性,最好的办法是采用高级语言编程。目前,C 语言逐渐成为国内外开发单片机的主流语言。

C 语言是一种通用的编译型结构化计算机程序设计语言,在国际上十分流行,它兼顾了多种高级语言的特点,并具备汇编语言的功能。它支持当前程序设计中广泛采用的由顶向下的结构化程序设计技术。一般的高级语言难以实现汇编语言对于计算机硬件直接进行操作(如对内存地址的操作、移位操作等)的功能,而 C 语言既具有一般高级语言的特点,又能直接对计算机的硬件进行操作。C 语言有功能丰富的库函数,运算速度快,编译效率高,并且采用 C 语言编写的程序能够很容易地在不同类型的计算机之间进行移植。因此,C 语言的应用范围越来越广泛。

用 C 语言来编写目标系统软件,会大大缩短开发周期,增加软件的可读性,便于改进和扩充,从而研制出规模更大、性能更完备的系统。

因此,用 C 语言进行单片机程序设计是单片机开发与应用的必然趋势。对汇编语言掌握到只要可以读懂程序,在时间要求比较严格的模块中进行程序的优化即可。采用 C 语言进行设计也不必对单片机和硬件接口的结构有很深入的了解,编译器可以自动完成变量存储单元

的分配,编程者就可以专注于应用软件部分的设计,大大加快了软件的开发速度。采用 C 语言可以很容易地进行单片机的程序移植工作,有利于产品中的单片机重新选型。

C 语言的模块化程序结构特点,可以使程序模块共享,不断丰富。C 语言可读性的特点,使大家可以更容易地借鉴前人的开发经验,提高自己的软件设计水平。采用 C 语言,可针对单片机常用的接口芯片编制通用的驱动函数,可针对常用的功能模块、算法等编制相应的函数。这些函数经过归纳整理可形成专家库函数,供广大的工程技术人员和单片机爱好者使用和完善,这样可大大提高国内单片机软件设计水平。

过去长时间困扰人们的“高级语言产生代码太长,运行速度太慢,不适合单片机使用”的致命缺点已被大幅度地克服。目前,51 系列单片机的 C 语言代码长度,在未加入人工优化的条件下,已经做到了最优汇编程序水平的 1.2~1.5 倍。可以说,已超过中等程序员水平。51 系列单片机中,片上 ROM 空间做到 32/64 KB 的比比皆是,代码效率所差的 10%~20%已经不是重要问题。关于执行速度的问题,只要有好仿真器的帮助,用人工优化关键代码就是很简单的事了。至于谈到开发速度、软件质量、结构严谨、程序坚固等方面,则 C 语言的完美绝非是汇编语言编程所能比拟的。

1.2 C 语言具有突出的优点

1. 语言简洁,使用方便灵活

C 语言是现有程序设计语言中规模最小的语言之一,而小的语言体系往往能设计出较好的程序。C 语言的关键字很少,ANSI C 标准一共只有 32 个关键字,9 种控制语句,压缩了一切不必要的成分。C 语言的书写形式比较自由,表达方法简洁,使用一些简单的方法就可以构造出相当复杂的数据类型和程序结构。

2. 可移植性好

用过汇编语言的读者都知道,即使是功能完全相同的一种程序,对于不同的单片机,必须采用不同的汇编语言来编写。这是因为汇编语言完全依赖于单片机硬件。C 语言是通过编译来得到可执行代码的,统计资料表明,不同机器上的 C 语言编译程序 80%的代码是公共的,C 语言的编译程序便于移植,因此在一种单片机上使用的 C 语言程序,可以不加修改或稍加修改即可方便地移植到另一种结构类型的单片机上去。

3. 表达能力强

C 语言具有丰富的数据结构类型,可以根据需要采用整型、实型、字符型、数组类型、指针类型、结构类型、联合类型、枚举类型等多种数据类型来实现各种复杂数据结构的运算。C 语言还具有多种运算符,灵活使用各种运算符可以实现其他高级语言难以实现的运算。

4. 表达方式灵活

利用 C 语言提供的多种运算符,可以组成各种表达式,还可采用多种方法来获得表达式的值,从而使用户在程序设计中具有更大的灵活性。C 语言的语法规则不太严格,程序设计的自由度比较大,程序的书写格式自由灵活。程序主要用小写字母来编写,而小写字母是比较容易阅读的。这些充分体现了 C 语言灵活、方便和实用的特点。

5. 可进行结构化程序设计

C语言是以函数作为程序设计的基本单位的,C语言程序中的函数相当于汇编语言中的子程序。C语言对于输入和输出的处理也是通过函数调用来实现的。各种C语言编译器都会提供一个函数库,其中包含许多标准函数,如各种数学函数、标准输入/输出函数等。此外C语言还具有自定义函数的功能,用户可以根据自己的需要编制满足某种特殊需要的自定义函数。实际上,C语言程序就是由许多个函数组成的,一个函数相当于一个程序模块,因此C语言可以很容易地进行结构化程序设计。

6. 可以直接操作计算机硬件

C语言具有直接访问单片机物理地址的能力,可以直接访问片内或片外存储器,还可以进行各种位操作。

7. 生成的目标代码质量高

众所周知,汇编语言程序目标代码的效率是最高的,这就是汇编语言仍是编写计算机系统软件的重要工具的原因。但是统计表明,对于同一个问题,用C语言编写的程序生成代码的效率仅比用汇编语言编写的程序低10%~20%。目前,世界上最好的51系列单片机的C编译器之一——Keil C51,能够产生形式非常简洁、效率极高的程序代码,在代码质量上可以与汇编语言程序相媲美。

尽管C语言具有很多的优点,但和其他任何一种程序设计语言一样也有其自身的缺点,例如不能自动检查数组的边界,各种运算符的优先级别太多,某些运算符具有多种用途等。但总的来说,C语言的优点远远超过了它的缺点。经验表明,程序设计人员一旦学会使用C语言之后,就会对它爱不释手,尤其是单片机应用系统的程序设计人员更是如此。

针对51系列单片机的C语言编程,俗称C51,其编译器称C51编译器。目前,世界上51单片机中功能最先进、最强大的C编译器之一是德国Keil公司的Keil C51。

第 2 章

单片机简史及实验器材简介

2.1 单片机的发展简史及特点

自从 1945 年世界上第一台电子管数字计算机 ENIAC 在美国宾夕法尼亚大学诞生至今, 计算机技术取得了突飞猛进的发展。一方面, 计算机向着高速、智能化的巨型超级机方向发展, 运算速度已达数十万亿次每秒; 另一方面, 计算机则向着微型化的方向发展, 一个纯单片的微型计算机的体积比人的指甲还小。一个典型的数字计算机系统, 应包括运算器、控制器、数据与程序存储器、输入/输出接口四大部分。如果将它们集成在一小块硅片上, 就构成了微型单片计算机, 简称单片机。

1975 年, 美国德州仪器公司(Texas Instruments)的第一个单片机 TMS-1000 问世。迄今为止, 仅 30 多年的时间, 单片机技术已成为计算机技术的一个重要分支, 单片机的应用领域也越来越广泛, 特别是在工业自动化控制和仪器仪表智能化中扮演着极其重要的角色。

单片机除了具备一般微型计算机的功能外, 还增强实时控制能力, 绝大部分单片机的芯片上集成有定时器/计数器, 某些增强型单片机还带有 A/D 转换器、D/A 转换器、语音控制、WDT、PWM 等功能部件。单片机结构上的设计主要是面向控制的需要, 因此, 它在硬件结构、指令系统和 I/O 功能等方面均有独特之处, 其显著特点之一就是具有非常有效的控制功能, 为此, 又称为微控制器 MCU(MicroController Unit)。所以, 单片机不但与一般的微处理机一样, 是一个有效的数据处理机, 而且还是一个功能很强的过程控制机。

随着世界各大半导体厂商竞相研制和开发各种单片机, 目前单片机的产品已达数百种系列, 上千种型号, 就字长而言, 发展方向主要是 8 位和 32 位机, 4 位机面临淘汰, 16 位机形成了气候。

单片机自诞生以来由于其固有的优点——低成本, 小体积, 高可靠性, 具有高附加值, 通过更改软件就可改变控制对象等, 已越来越成为电子工程师设计产品时的首选器件之一。过去一个复杂电路才能完成的功能, 也许现在用一个纯单片机芯片就能实现。目前, 单片机控制系统正以空前的速度取代着经典电子控制系统。单片机的应用开发技术, 已成为当代大学生、电子工程师、电子爱好者的必备技能。

2.2 单片机 C 语言入门的有效途径

对一个初学单片机 C 语言的人来说,学习的方法和途径非常重要。如果按教科书式的学法,上来就是一大堆语法、名词,学了半天还搞不清起什么作用,能够产生什么实际效果,那么也许用不了几天就会觉得枯燥乏味而半途而废。所以学习与实践相结合是一个好方法,边学习、边演练,这样用不了几次就能将所学的语法、语句理解、吃透、扎根于脑海。

单片机是一门实践性极强的技术,实践与统计表明,如果不花费大量的时间进行实践、实验,那么很少有人能真正掌握单片机技术,光看书不动手,等于是纸上谈兵!因此,《手把手教你学单片机 C 程序设计》主要是通过不断地实践、实战,一步步深入,使读者在无形中“天天有进步,年年有收获”。读者只要将每一章的实验内容做了、理解了、吃透了,那么等到把书学完了再回头看看,读者的能力会提升到一个新的高度,这时就可以快速高效地独立研发产品了。

学单片机切记:实践出真知!实践,实践,再实践!

目前单片机品种很多,但最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 单片机系列。MCS-51 以其典型的结构、完善的总线、SFR(特殊功能寄存器)的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。凡是学过 MCS-51 单片机的人再去学习其他类型的单片机易如反掌,因此,目前学校的教学及初学者入门学习大多采用 MCS-51 教材。本书的学习内容也是 MCS-51 系列,实验时采用 Atmel 公司的 89S51(也可使用飞利浦公司的 P89C51、华邦公司的 W78E51B、Hyundai 公司的 GMS97C51 等)单片机,89S51 与 Intel 公司的 8031 引脚排列完全一致,内部具有 128 字节 RAM,5 个中断源,32 条 I/O 口线,2 个 16 位定时器,4 KB 可编程快闪存储器(可重复擦写 1000 次,数据保存达 10 年以上),三级程序加密锁定,工作电压 5 V,工作频率 0~33 MHz。

MCS-51 单片机的内部基本结构如图 2.1 所示。

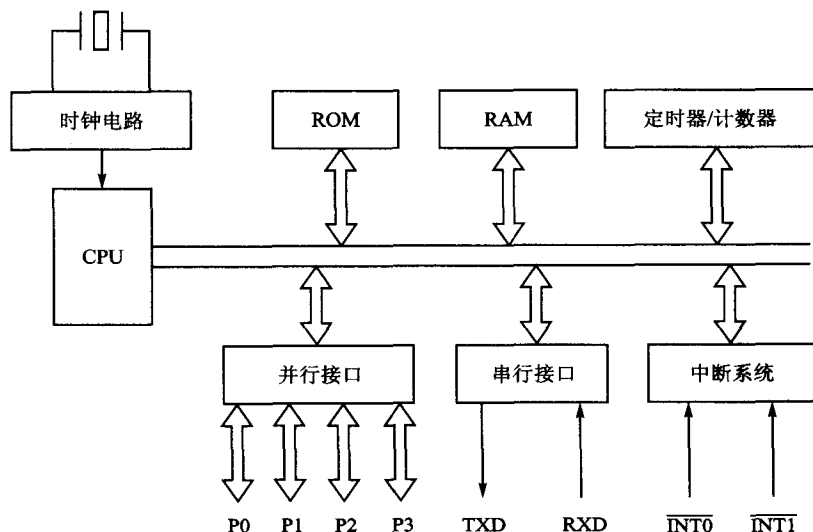


图 2.1 MCS-51 单片机的内部基本结构

2.3 实验器材介绍

初学单片机 C 语言时必须用到的实验器材如下：

- ① Keil C51 Windows 集成开发环境(已汉化)。
- ② 51 MCU DEMO 试验板。
- ③ 并口下载器。
- ④ 16×2 字符型液晶显示模组。
- ⑤ 128×64 点阵图形液晶显示模组。
- ⑥ 5 V 高稳定专用稳压电源。
- ⑦ 一台奔腾及以上的家用电脑(PC 机)。

下面简单介绍一下这些实验工具及器材。

1. Keil C51 Windows 集成开发环境

Keil C51 是目前世界上最优秀、最强大的 51 单片机开发应用平台之一,它集编辑、编译、仿真于一体,支持汇编、PL/M 语言和 C 语言的程序设计,界面友好,易学易用。它内嵌的仿真调试软件可以让用户采用模拟仿真和实时在线仿真两种方式对目标系统进行开发。软件仿真时,除了可以模拟单片机的 I/O 口、定时器、中断外,甚至可以仿真单片机的串行通信。图 2.2 为 Keil C51 的工作界面。

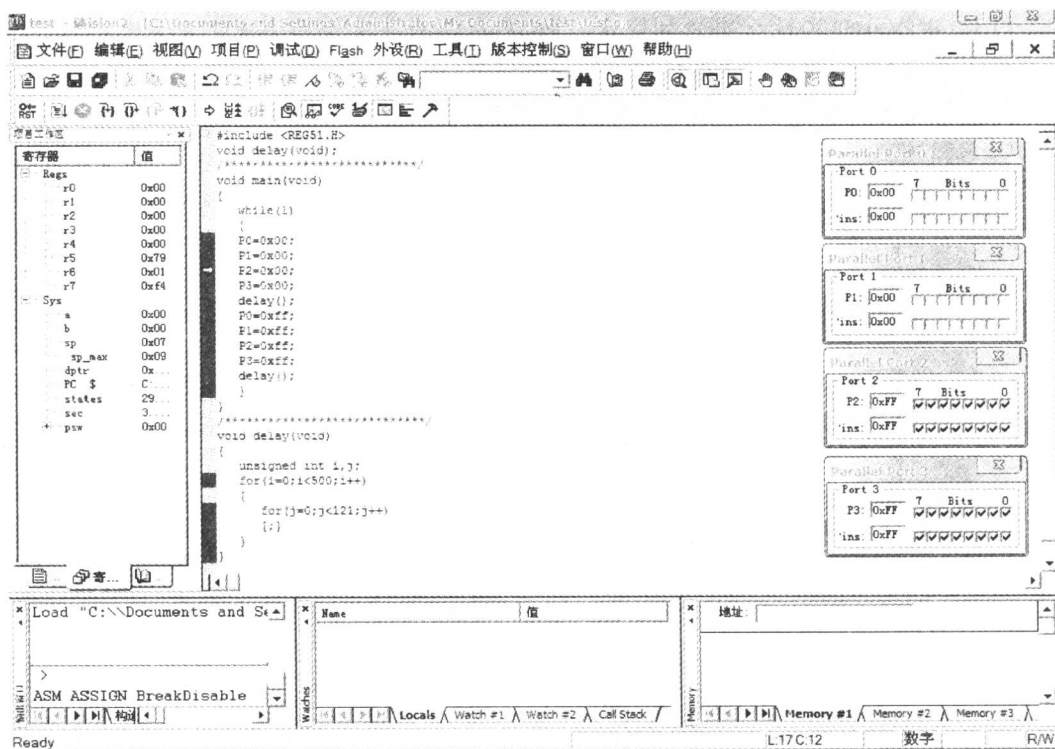


图 2.2 Keil C51 的工作界面

2. 51 MCU DEMO 试验板

51 MCU DEMO 试验板为多功能的 51 单片机开发试验板,对于入门实习特别有效,板上设计与 PC 机的通信电平转换电路驱动 16×2 字符液晶及 128×64 点阵图形液晶的接口。板上有 8 个 LED 可独立做单片机的输出实验,用发光二极管指示输出(低电平有效)。另外还设有 4 位独立的按键输入进行中断实验。板上还设有音响实验电路。8 位高亮度数码管可做多种用途的实验显示。 4×4 行列式键盘(共有 16 个按键)、驱动 16×2 字符液晶及 128×64 点阵图形液晶是该实验板的一大特色,它对于学习设计较高级的智能化应用型产品(如智能化手持医疗仪器、单片机与 PC 机的远程交互通信等)是很有效的。此外板上还设计有 I²C 总线(驱动 24C01/02)、4 位 DIP 拨码开关输入、程序的 ISP 在线下载接口(可省去昂贵的编程器)等。51 MCU DEMO 试验板功能强大,用途广泛,板上标有 89X51/52 系列引脚标准标识及标准引脚引出,便于用户实验时识别及进行扩展使用和仿真器调试。51 MCU DEMO 试验板使用 5 V 稳压电源供电。

51 MCU DEMO 试验板的芯片使用可直接在线下载的 AT89S51/52,如果改为 SST 公司的 SST89C58(或 SST89E554RC)做成的仿真芯片,那么 51 MCU DEMO 试验板具有一定的在线仿真功能,而且该仿真芯片将占用 UART 串口及 8 个字节的堆栈空间,与专业的仿真器相比,该仿真芯片容易死机(这也是为什么有些用 SST89C58 或其他替换品制作的仿真器须在硬件上增加一个复位键的原因)。尽管如此,但只要花数十元钱就可以拥有大部分专业仿真器的功能,这使初学者在学习开发单片机时省却了购买价格昂贵的专业仿真器,因此受到广大单片机爱好者的欢迎。

图 2.3 为 51 MCU DEMO 试验板电路原理图(使用 Protel99SE 软件打开)。

图 2.4 为 51 MCU DEMO 试验板的元件排列布局。使用 Protel99SE 软件打开图 2.4 的.ddb 文件,再打开图 2.4 的.PCB 文件。如需打印,可作以下设置:在菜单栏选择“设计”→“选项”,在弹出对话框的 Layers 选项卡中,将 Signal layers 下的 Toplayer 及 Bottomlayer 复选框打勾取消,然后单击 OK。这样,在主设计窗口中就不会看到顶层和底层铜箔。然后在菜单栏选择“工具”→“优选项”。在弹出的对话框选中 Colors 选项卡,将 Background 的颜色值调为 233,将 Keepout 的颜色值调为 3,将 Top Overlay 的颜色值调为 3,然后单击 OK 按钮。这样,在主设计窗口中看到的是黑白的丝网印刷板图,适合打印输出。

图 2.5 为 51 MCU DEMO 试验板外形。

图 2.6 为 51 MCU DEMO 试验板驱动 16×2 字符液晶外形。

图 2.7 为 51 MCU DEMO 试验板驱动 128×64 点阵图形液晶外形。

3. 并口下载器

并口下载器低价,可靠,实用,支持 AVR 单片机及 AT89S51/52 单片机,是下载程序时必用的工具。图 2.8 为并口下载器外形。

4. 16×2 字符型液晶显示模组(带背光照明)

字符型液晶显示模块是一种专门用于显示字母、数字、符号等的点阵型液晶显示模块。在显示器件的电极图形设计上,它是由若干个 5×7 点阵字符位组成。每一个点阵字符位都可以显示一个字符。点阵字符位之间空有一个点距的间隔起到了字符间距和行距的作用。 16×2

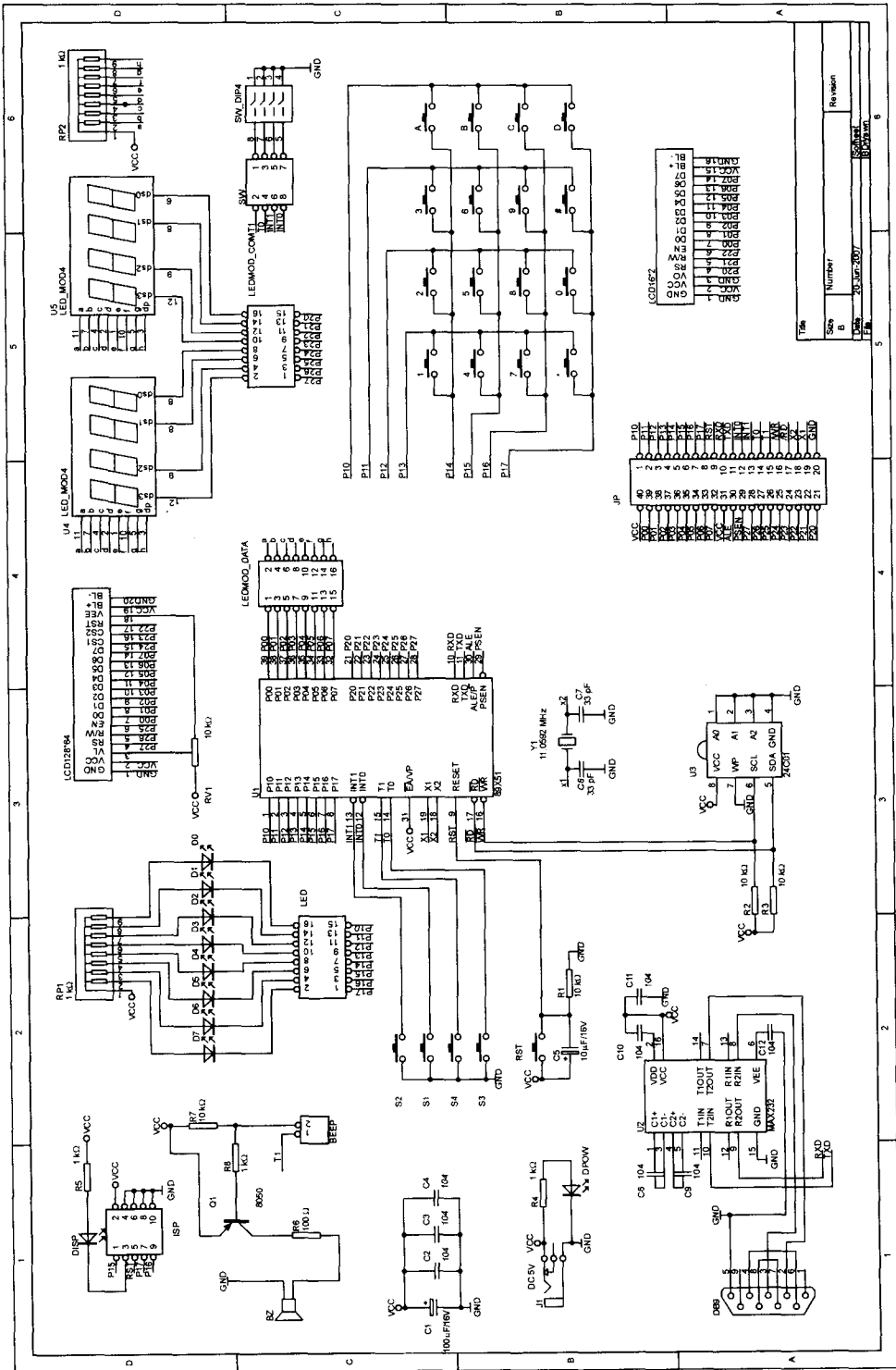


图 2.3 51 MCU DEMO 试验板电路原理图