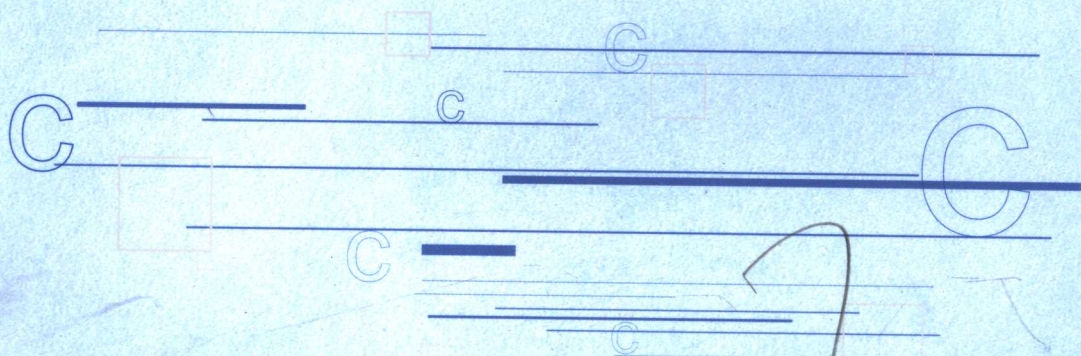


电子设计竞赛 · 课程设计 · 毕业设计 指导丛书

单片机

C程序设计实例指导



李光飞 李良儿 楼然苗 等编著



北京航空航天大学出版社

电子设计竞赛·课程设计·毕业设计 教

单片机 C 程序设计实例指导

李光飞 李良儿 楼然苗 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是《单片机课程设计实例指导》的姊妹篇,是为指导单片机 C 程序应用设计学习而编写的。书中选取了作者设计的单片机在 12 个不同应用方向的典型实例,并从功能要求、设计方案论证、硬件电路原理分析和软件设计的思路介绍等方面进行了详细的说明。这对读者掌握单片机 C 程序设计编程方法、培养解决实际生产应用技术问题具有重要的引导作用。

本书可作为高等院校学生进行单片机课程设计、毕业设计及大学生电子设计竞赛的参考用书,也可作为单片机设计应用开发人员的阅读材料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 程序设计实例指导/李光飞等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2005. 9

ISBN 7-81077-718-1

I. 单… II. 李… III. ①单片微型计算机—程序设计—高等学校—教学参考资料②C 语言—程序设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 102391 号

单片机 C 程序设计实例指导

李光飞 李良儿 楼然苗 等编著

责任编辑 崔肖娜

*

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: bhpresse@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×960 1/16 印张: 14.5 字数: 325 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 7-81077-718-1 定价: 19.50 元

前 言

单片机 C 语言编译器的出现,为单片机的设计开发提供了强有力的支持,也为相对缺乏硬件基础知识的相关人员敞开了单片机设计的大门。本书结合单片机实际应用设计,以 C 程序编程设计为重点,以当前市场较普及、用量较大的 51 系列中的 89 系列单片机为主控制器,选择了在模拟电压测量、计时运算、超声波测距、温度测量、GPS 信息处理、LED 点阵字符显示和遥控等 12 个不同应用方向的典型实例,详细介绍了各自的功能要求、方案论证、硬件电路设计原理和软件设计的思路。书中所提供的完整 C 源程序清单及电路原理图便于读者分析和进行实验验证。

本书按设计项目分章,每章有相同的分节。全书内容采用分章编写,最后集中统稿的办法。其中第 3、5、8、9 章由李光飞编写,第 10~12 章由李良儿编写,第 1、2、13 章由楼然苗编写,第 4、7 章由胡佳文编写,第 6 章由唐召波编写,李光飞负责最后统稿。

本书与北京航空航天大学出版社出版的《单片机课程设计实例指导》一书构成姊妹篇,后者以汇编语言编程设计为重点。该姊妹篇可作为单片机设计应用开发人员的参考用书,也可作为高等院校教师及学生进行单片机课程设计、毕业设计及大学生电子设计竞赛辅导用书。

本书在出版过程中得到了北京航空航天大学出版社的大力支持与热情帮助,杭州炜煌电子有限公司提供了与本书配套的实验板,在此表示衷心感谢。

作 者

2005 年 7 月

北京航空航天大学出版社

打造 单片机与嵌入式系统 精品图书



出版社网址: <http://www.buaapress.com.cn>

有意投稿及提供意见、建议者, 敬请联系:

通信地址: 北京航空航天大学出版社 (邮编: 100083)

联系人: 马广云 电话: 010-82317022, 82317035, 82317044 传真: 010-82317022

E-mail: pressb@public3.bta.net.cn 或 hxb77@263.net

图书邮购地址: 北京航空航天大学出版社邮购部 (邮编: 100083)

联系人: 刘继果 电话: (010) 82316936 传真: (010) 82317031 E-mail: bhpress@263.net

(邮资免费, 外加3元挂号费)

单片机与嵌入式系统应用

ME

www.dpj.com.cn

何立民教授主编



中央级科技期刊

月刊

北京航空航天大学出版社 承办

反映嵌入式系统先进技术
推动嵌入式应用全面发展

业界论坛

创新观念、技术评述、学术争论以及方向性、技术性指导

专题论述

单片机与嵌入式系统领域的热点技术、观念及综合分析

技术纵横

国内外先进技术的宏观纵览，全局资料分析、介绍和述评

新器件新技术

先进器件、先进技术及其在系统中的典型应用方法

应用天地

具有重要参考价值的科技成果与典型应用的技术交流

经验交流

嵌入式系统应用中的深入体验和开发经验交流

学习园地

介绍嵌入式系统新领域的基础知识

产业技术与信息

为嵌入式系统产业界提供技术与信息发布平台，推广厂家的最新成果

编读往来

嵌入式系统领域的科技活动报道及产业动态

专业期刊
专家办刊

着眼世界
面向全国

应用为主
读者第一

诚挚欢迎业界人士向本刊投稿，欢迎广大读者订阅本刊

地址：北京市海淀区学院路37号《单片机与嵌入式系统应用》杂志社 邮编：100083

投稿专用邮箱：mcupress@263.net.cn 广告部专用邮箱：advmcu@263.net

电话：010-82338009（编辑部）82317029，82313656（广告部）82317043（网络部）

传真：010-82317043 网址：http://www.dpj.com.cn

出版日期：每月1日出版
国际标准16开本形式出版
每期定价：8元 全年定价：96元
国内统一刊号：CN 11-4530/V
国际标准刊号：ISSN 1009-623X
邮发代号：2-765

目 录

第 1 章 单片机 C 语言程序设计基础

1.1 单片机 C 程序设计的一般格式	1
1.1.1 单片机 C 语言程序设计步骤	1
1.1.2 单片机 C 程序的几个基本概念	1
1.1.3 单片机 C 程序的基本结构	4
1.2 单片机 C 程序的数据类型	4
1.2.1 常量和符号常量	5
1.2.2 变 量	6
1.3 单片机 C 程序的运算符和表达式	7
1.4 单片机 C 程序的一般语法结构	8
1.4.1 顺序结构	8
1.4.2 分支结构	9
1.4.3 循环结构	11
1.5 51 系列单片机的 C 语言程序	12

第 2 章 8 路数字电压表的设计

2.1 功能要求	15
2.2 方案论证	15
2.3 系统硬件电路的设计	16
2.4 系统程序的设计	16
2.4.1 主函数	16
2.4.2 显示子函数	16
2.4.3 模/数转换测量子函数	18

2.5 调试及性能分析	18
2.5.1 调试与测试	18
2.5.2 性能分析	19
2.6 控制源程序清单	19

第3章 时钟计时器的设计

3.1 功能要求	23
3.2 方案论证	23
3.3 系统硬件电路的设计	24
3.4 系统程序的设计	24
3.4.1 主函数	24
3.4.2 LED显示子函数	25
3.4.3 定时器T0中断函数	25
3.4.4 T1中断函数	25
3.4.5 调时功能函数	25
3.5 调试及性能分析	26
3.5.1 硬件调试	26
3.5.2 软件调试	26
3.5.3 性能分析	26
3.6 控制源程序清单	26

第4章 超声波测距器的设计

4.1 功能要求	32
4.2 方案论证	32
4.3 系统硬件电路的设计	33
4.3.1 单片机系统及显示电路	33
4.3.2 超声波发射电路	33
4.3.3 超声波检测接收电路	35
4.4 系统程序的设计	36
4.4.1 超声波测距器的算法设计	36
4.4.2 主函数	37
4.4.3 超声波发生子函数和超声波接收中断函数	38
4.5 调试及性能分析	38
4.5.1 调 试	38

4.5.2 性能指标	38
4.6 控制源程序清单	39

第5章 DS18B20 数字温度计的设计

5.1 功能要求	44
5.2 方案论证	44
5.3 系统硬件电路的设计	45
5.3.1 主控制器	45
5.3.2 显示电路	45
5.3.3 温度传感器工作原理	45
5.3.4 DS18B20 与单片机的接口电路	50
5.4 系统程序的设计	51
5.4.1 主函数	51
5.4.2 DS18B20 复位函数	51
5.4.3 DS18B20 写字节函数	52
5.4.4 读字节函数	52
5.4.5 温度计算转换函数	52
5.4.6 DS18B20 的主要 ROM 命令	53
5.4.7 温度数据的计算处理方法	54
5.5 调试及性能分析	55
5.6 控制源程序清单	56

第6章 GPS 定位信息显示器的设计

6.1 功能要求	61
6.2 方案论证	61
6.2.1 GPS 处理模块的选择	61
6.2.2 显示器的选择	63
6.2.3 CPU 的选择	64
6.3 系统硬件电路的设计	64
6.3.1 电源电路的设计	65
6.3.2 AT89C51 单片机系统	65
6.3.3 键盘设计	68
6.3.4 单片机和 GPS OEM 板接口电路	69
6.3.5 单片机和液晶显示器接口电路	72

6.4 系统程序的设计	74
6.4.1 系统软件设计原理	74
6.4.2 LCD 液晶显示器程序	75
6.4.3 GPS 接收子程序	84
6.4.4 键盘子程序	87
6.4.5 显示子程序	87
6.4.6 初始化子程序	89
6.4.7 主函数	91
6.5 调试及性能分析	92
6.5.1 调试步骤	92
6.5.2 性能分析	92
6.6 控制源程序清单	92

第7章 16×16点阵LED电子显示屏的设计

7.1 功能要求	118
7.2 方案论证	118
7.3 系统硬件电路的设计	120
7.3.1 单片机系统及外围电路	120
7.3.2 列驱动电路	120
7.3.3 行驱动电路	120
7.4 系统程序的设计	122
7.4.1 显示驱动程序	122
7.4.2 系统主程序	123
7.5 调试及性能分析	124
7.6 控制源程序清单	124

第8章 单片机遥控系统的设计

8.1 功能要求	129
8.2 方案论证	129
8.3 系统硬件电路的设计	130
8.3.1 遥控发射器的电路设计	131
8.3.2 遥控接收系统的电路设计	132
8.4 系统程序的设计	135
8.4.1 系统功能的实现方法	135

8.4.2 遥控发射及接收控制程序流程图	136
8.5 调试及性能分析	138
8.5.1 调 试	138
8.5.2 性能指标	138
8.6 控制源程序清单	139
第9章 数控调频发射器的设计	
9.1 功能要求	146
9.2 方案论证	146
9.3 系统硬件电路的设计	147
9.4 系统程序的设计	150
9.5 调试及性能分析	153
9.5.1 硬件调试	153
9.5.2 软件调试	153
9.5.3 发射频率的调试	153
9.5.4 性能分析	153
9.6 控制源程序清单	153
第10章 单键学习型红外线遥控器的设计	
10.1 功能要求	159
10.2 方案论证	159
10.3 系统硬件电路的设计	159
10.4 系统程序的设计	161
10.5 调试及性能分析	163
10.5.1 程序调试	163
10.5.2 性能分析	163
10.6 控制源程序清单	164
第11章 简易低频信号源的设计	
11.1 功能要求	168
11.2 方案论证	168
11.3 系统硬件电路的设计	169
11.3.1 控制部分	169
11.3.2 数/模转换部分	169

11.4	系统程序的设计	172
11.5	调试及性能分析	174
11.6	控制源程序清单	174
第12章 快热式家用电热水器的设计		
12.1	功能要求	179
12.2	方案论证	180
12.3	系统硬件电路的设计	181
12.3.1	加热控制电路	181
12.3.2	温度检测电路	181
12.4	系统程序的设计	184
12.4.1	主函数	184
12.4.2	显示扫描子函数	184
12.4.3	按键扫描处理子函数	184
12.4.4	加热控制函数	186
12.4.5	温度检测函数	188
12.5	调试及性能分析	190
12.6	控制源程序清单	191
第13章 微机可控单片机系统的设计		
13.1	功能要求	200
13.2	方案论证	200
13.3	系统硬件电路的设计	201
13.3.1	单片机控制器	202
13.3.2	串行通信接口电路	206
13.3.3	电源电路	209
13.4	系统程序的设计	209
13.5	调试及性能分析	212
13.6	控制源程序清单	213
附录 WKC 系列单片机应用实验学习板简介		

第 1 章

单片机 C 语言程序设计基础

1.1 单片机 C 程序设计的一般格式

1.1.1 单片机 C 语言程序设计步骤

单片机 C 语言程序设计步骤如下：

- ① 分析设计任务，确定算法，画出编程算法的流程图。
- ② 使用通用的文字编辑软件，如 EDIT、写字板、WORD 等编写 C 源程序，也可在支持 C 语言的仿真器或编译器上直接编写，如 Keil 51 C 编译器。
- ③ 在 C 编译器上进行调试及编译，编译后可生成后缀名为 HEX 的十六进制目标程序文件。
- ④ 用编程器将目标程序文件写入单片机。

1.1.2 单片机 C 程序的几个基本概念

1. 函 数

C 语言程序由一个主函数和若干个其它函数构成，程序中由主函数调用其它函数，其它函数之间也可以相互调用。其它函数又可分为标准函数和用户自定义函数。如果在程序中要使用标准库函数，应先在程序开头写上一条文件包含处理命令，例如 `#include "math. h"`，在编





译时将读入一个包含该标准函数的头文件。如果在程序中要建立一个自定义函数,则需对函数进行定义,根据定义形式可将函数分为:无参数函数、有参数函数和空函数。

1) 无参数函数的定义形式

类型标识符 函数名()
{ 函数体 }

类型标识符用来指定函数返回值的类型。无参数函数一般不带返回值,因此可以不写类型标识符。例如定义一个延时函数名为 delay,函数体为_nop_()的函数,它的定义形式为:

```
delay()  
{  
    _nop_();           //空操作函数,相当于汇编中的 nop  
}
```

2) 有参数函数的定义形式

类型标识符 函数名(形式参数列表及参数说明)
{ 函数体 }

例如,一个 ms 级有参数延时函数,它的定义形式为:

```
delayms(int t)           //参数变量 t 为整型  
{  
    int i,j;  
    for(i=0;i<t;i++)  
        for(j=0;j<120;j++)  
            ;  
}
```

3) 空函数的定义形式

类型说明符 函数名()
{ }

调用空函数时,什么工作也不做,等以后需要扩充函数时,可以在函数体位置填写程序。

2. 指针与指针变量

一个变量具有一个变量名,对它赋值后就有一个变量值,变量名和变量值是两个不同的概念。变量名对应于内存单元的地址,表示变量在内存中的位置;而变量值则是放在内存单元中的数据,也就是内存单元的内容。变量名对应于地址,变量值对应于内容,应注意区别。

例如,定义一个整型变量 int x,编译器就会分配两个存储单元给 x。如果给变量赋值,令

$x=30$, 这个值就会放入对应的存储单元中。虽然这个地址是由编译器分配的, 但是无法事先确定, 可以用取地址运算符 $\&$ 取出变量 x 的地址, 例如, 取 x 变量的地址用 $\&x$ 。

$\&x$ 就是变量 x 的指针, 指针是由编译器分配的, 而不是由程序指定的, 但指针值可以用 $\&x$ 取出。

如果把指针(地址值)也作为一个变量, 并定义一个指针变量 xp , 那么编译器就会另外开辟一个存储单元, 用于存放指针变量。这个指针变量实际上是指针的指针, 例如:

```
int * xp
```

通过语句 $xp = \&x$ 把变量 x 的地址值存于指针变量 xp 中。现在访问变量 x 有两种方法: 一是直接访问; 二是用指针间接访问, 即 $*xp$ 。

$\text{int } *xp$ 中 $*$ 与 $*xp$ 中 $*$ 所代表的意义不同, $\text{int } *xp$ 中的 $*$ 是对指针变量定义时作为类型说明; 而 $*xp$ 中的 $*$ 是运算符, 表示从 xp 所指示的内存单元中取出变量值。

3. 文件包含处理命令 $\#include$

文件包含处理命令是指一个源文件将另外一个源文件的全部内容包含进来, 或者说把一个外部文件包含到本文件之中。其命令格式为:

```
 $\#include$  “文件名”
```

或者用

```
 $\#include$  <文件名>
```

通常被包含的文件多为头文件, 即以 h 为后缀的文件, 例如 $reg52.h$ 、 $intrins.h$ 和 $stdio.h$ 等。

4. 宏定义

在C程序中, 可以指定一个标志符去定义一个常量或字符串。例如:

```
 $\#define$  P 568
```

在C程序中, 一般常量和字符串定义用大写, 而变量定义用小写。宏定义还可以进行参数替换, 例如:

```
 $\#define$  m(x,y) x*y
```

这里的 $m(x,y)$ 被定义为 $x*y$ 的宏名, 在编译时, 程序中出现 $m(x,y)$ 的地方, 可以用 $x*y$ 替换。这样使程序更简洁。



1.1.3 单片机C程序的基本结构

单片机C语言编程的基本结构说明如下:

- C程序由一个主函数和若干子函数组成,其中主函数的名字必须为 `main()`。C程序通过函数调用去执行指定的工作。函数调用类似于汇编语言中的子程序调用。被调用的函数可以是系统提供的库函数,也可以是用户自行定义的功能函数。
- 一个函数由说明部分和函数体两部分组成。函数说明部分是对函数名、函数类型、形参名和形参类型等所做的说明,例如:

`int delay (int i)`

↑ ↑ ↑ ↑
函数类型 函数名 (形参类型 形参名)

- C程序的执行总是从 `main()` 函数开始,而对 `main()` 函数的位置无特殊规定,`main()` 函数可以放在程序的开头、最后或其它函数的前后。
- 在源程序文件需要包含其它源程序文件时,应在本程序文件头部用包含命令 `# include` 进行“文件包含”处理,其格式为:

```
# include "reg51.h"
```

或者写成

```
# include <reg52.h>
```

一条 `include` 命令只能指定包含一个文件,每行规定只能写一条包含命令。

- C程序中的一个函数需要调用另一个子函数时,另一个子函数应写在前面。当另一个子函数放在本函数后面时,应在本函数开始前加以说明。
- C程序书写格式自由,一行可写一个语句或几个语句。每个语句的结尾处须用“;”符号结束。

1.2 单片机C程序的数据类型

C语言中数据有常量和变量之分,常量和变量都有多种类型,各种类型占有不同的存储字节长度,因此在C程序中使用常量、变量和函数时,都必须先说明它的类型,这样编译器才能为它们分配存储单元。

1.2.1 常量和符号常量

在程序运行中其值不会改变的量称为常量,常量可以用一个标识符来代表,称为符号常量。例如,可以用宏定义一个符号常量 PARL,其值为 3.141 59。

```
#define PARL 3.14159
```

符号常量被定义后,凡在此程序中有 PARL 的地方,都代表常量 3.141 59。符号常量的值不能改变,也不能再被赋值。一般符号常量用大写字母,变量用小写字母。

常量通常分为以下几种类型。

1. 整型常量

整型常量就是整型常数,在C语言中可以用十进制、八进制和十六进制3种形式表示,例如:

11, -45, 0 等	(十进制数)
011, 056 等	(八进制数,以0开头)
0x11, 0x55, 0x00 等	(十六进制数,以0x开头)

2. 实型常量

实型常量就是实型常数,实型常数又称浮点数,在C语言中可以用小数和指数两种形式表示,例如:

0.12, 56.36, 15.00 等	(十进制实型常数)
1.55e5, 5.99e2 等	(指数型式的实型常数,表示 1.55×10^5 , 5.99×10^2)

3. 字符常量

在C语言中,字符常量是指用单引号括起来的单个字符。例如'a'、'b'、'?','A'等都是字符常量,应注意在C语言中'a'和'A'是不同的字符常量。

4. 字符串常量

在C语言中还有另一种字符数据称为字符串。字符串常量与字符常量不同,它是由一对双引号括起来的字符序列。例如,"You are man.", "CHINA", "15.68"等都是字符串常量。字符常量和字符串常量二者不同,不能混用。例如,'a'和"a"在内存中,'a'占1个字节,而"a"占2个字节。