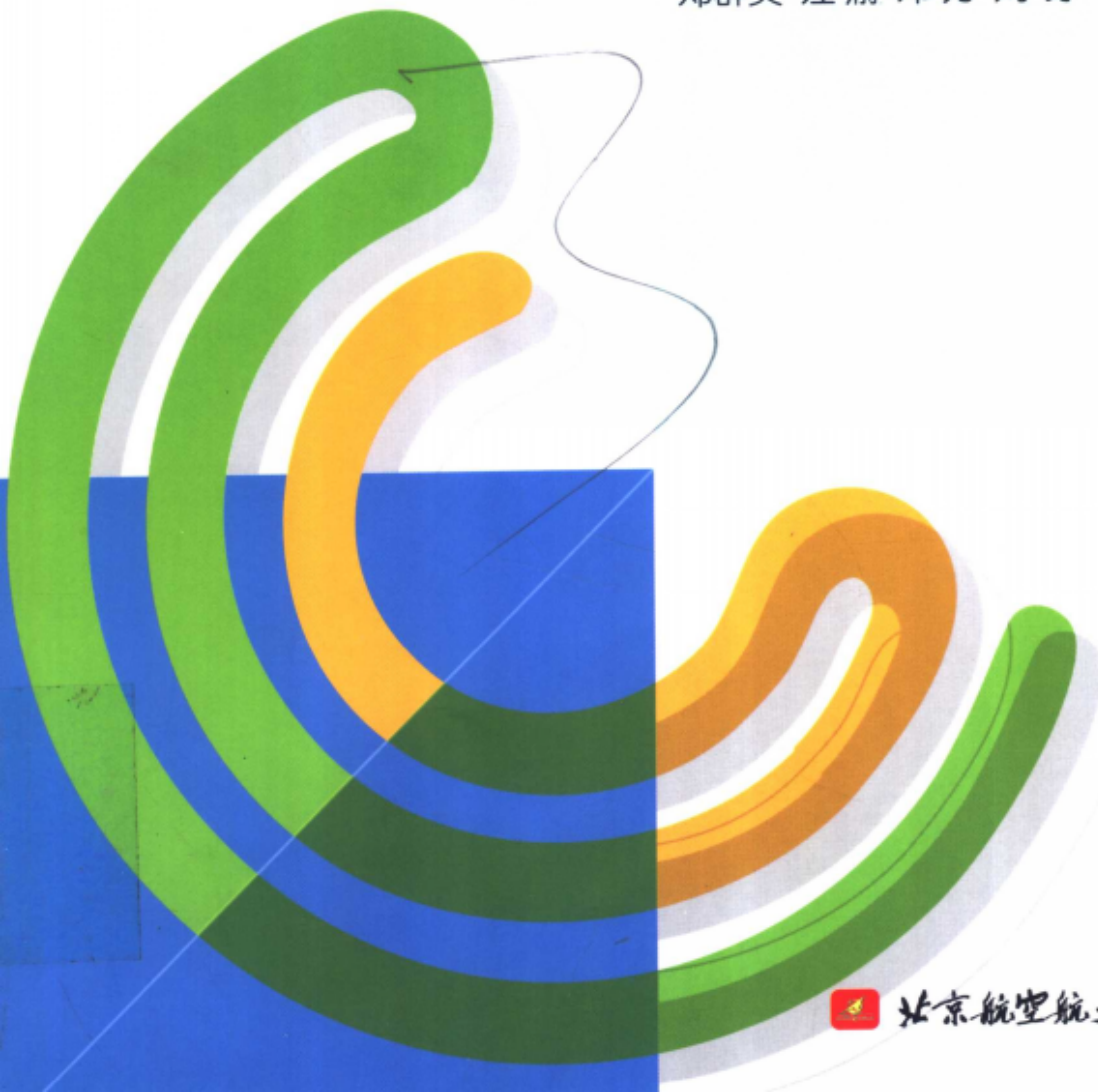


单片机C语言编译器 及其应用

—基于PIC18F系列

刘和平 编著
郑群英 江渝 邓力 刘钊



 北京航空航天大学出版社

策划编辑：一 蔚

封面设计：runsign 视觉传达

单片机C语言编译器及其应用—基于PIC18F系列

在单片机的开发应用中采用C语言编程是一个趋势，它可保证项目开发的继承性并提供便于项目组多成员开发的环境。虽然各种单片机都有自己的C语言环境，但其大同小异。本书介绍了PIC18F系列单片机的C语言及其编译器的使用方法，以及在使用C语言时可能遇到的一些特殊问题，并给出了相应的应用程序。使用PIC18F系列单片机的C语言初级和中高级用户可以在本书中了解到C编译器的特性和细节；在应用中遇到的一些问题，也可以从书中找到解决的办法。本书是单片机C语言开发者的一本很好的参考书，也可作为大学本科生单片机原理及应用课程的参考书。

ISBN 978-7-81077-886-2



9 787810 778862 >

定价：32.00元

2007



单片机 C 语言编译器及其应用

——基于 PIC18F 系列

刘和平
郑群英 江 渝 邓 力 刘 钊 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

在单片机的开发应用中采用C语言编程是一个趋势,它可以保证项目开发的继承性并提供便于项目组多成员开发的环境。虽然各种单片机都有自己的C语言环境,但其大同小异。本书介绍PIC18F系列单片机的C语言及其编译器的使用方法,以及在使用C语言时可能遇到的某些特殊问题,并给出了相应的应用程序。使用PIC18F系列单片机的C语言初级和中高级用户可以在本书中了解到C语言编译器的特性和细节;在应用中遇到的一些问题,也可以从书中找到解决的办法。

本书是单片机C语言开发者的一本很好的参考书,也可作为大学本科生单片机原理及应用课程的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机C语言编译器及其应用:基于PIC18F系列/刘和平等编著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007.1

ISBN 978-7-81077-886-2

I. 单… II. 刘… III. 单片微型计算机—C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第132881号

©2006,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内容。
侵权必究。

单片机C语言编译器及其应用——基于PIC18F系列

刘和平

编著

郑群英 江渝 邓力 刘钊

责任编辑 王超等

*

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:787mm×960mm 1/16 印张:22.25 字数:498千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷 印数:5 000册

ISBN 978-7-81077-886-2 定价:32.00元

前言

在单片机的开发应用中采用 C 语言编程是一个趋势,在一些程序较大或多个开发者合作开发的项目中,以及在一个公司的产品开发周期较长的情况下,采用 C 语言开发是一个明智的选择。在 C 语言的开发过程中,了解 C 语言的编译器、链接器、汇编器等的使用方法和相关资料是很有必要的,是保证项目开发的继承性和便于项目组多成员开发的基本条件。

市面上单片机的种类很多,然而,各种单片机都有自己的 C 语言环境,都有自己的编译器和链接器。它们在原理方面相同,但针对特定的单片机,生成特定的汇编程序和特定的存储器分配及特定的优化方法,所以不能互换使用。当然无法将所有的 C 语言开发环境归结为一种 C 语言环境,但同一系列的单片机就有其相同的 C 语言环境。目前市面上还鲜有介绍 PIC18F 系列单片机 C 语言环境的书。为满足读者的需求,特编著了本书,以馈读者。

本书以 HI-TECH 公司的 C 编译器为主要参考资料,为了更好地理解和使用 C 编译器,应与 PIC 芯片数据手册里的相关部分一起阅读,这样可以使用户对 C 编译器有一个全面的了解。C 编译器具有 C 语言的标准特性,同时还有许多扩展功能。这些功能都是为了适应 PIC18F 系列单片机的开发而设计的,其与汇编器集成在一起,共享链接器和链接库。

编译器支持一系列 C 语言的特性及扩展功能,如果需要生成基于 ROM 的应用程序,那么这些特性和功能将起到重要的作用,会使程序的生成过程更加简单。

汇编器将微芯公司的 PIC18 系列微处理器的汇编语言源程序文件汇编成目标代码。本书将介绍宏汇编器的用法及汇编器可以接受的伪指令等。汇编器包括链接器、库管理器、交叉参考文件生成器和目标代码转换器各 1 个。

C 语言软件包中含有链接器和汇编器,而汇编器具有重新分配地址的功能,这样编译器就可以对 C 语言源程序文件单独编译。也就是说,一个程序可能由多个源程序文件组成,而每个源程序文件都能单独编译,最后将所有经编译后的目标文件链接在一起,构成一个可执行程序。由于编译器具有上述功能,这样就可以控制每个源程序文件的大小,使源程序文件的存储和编译更加方便。

本书可作为大学本科学学生单片机原理及应用课程的教学参考书;对单片机开发者来说,也

前 言

是一本很好的软件开发参考书。

在本书的编写过程中,得到了重庆大学电气工程学院电力电子与电力传动系李远树、郑连清、巫宣文等老师的大力支持和帮助,他们编写了部分章节并完成了校对、录入以及实验板制作工作,在此表示感谢。还得到了重庆大学电气工程学院电力电子与电力传动系高春艳、邱文彬、周有为、李茂华、徐育军、刘子亚、常猛、彭岩等研究生的大力协助,他们完成了文稿资料整理工作,在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正。

作 者

2006年5月于重庆大学

目 录

第 1 章 C 语言概述

1.1 注 释	1
1.2 标志符和关键字	1
1.3 变量和常量	3
1.4 基本数据类型	3
1.4.1 整型数据	4
1.4.2 浮点型数据	5
1.4.3 字符型数据	5
1.5 构造类型	6
1.5.1 数 组	6
1.5.2 结 构	8
1.5.3 联 合	11
1.5.4 枚 举	13
1.6 指 针	15
1.6.1 指针变量	15
1.6.2 指针运算符	16
1.6.3 指针运算	16
1.6.4 数组的指针	17
1.6.5 指针数组	17
1.6.6 多级指针	18
1.6.7 数组与指针	19
1.7 运算符和表达式	20
1.7.1 运算符	20

目 录

1.8 类型转换	26
1.8.1 算术转换	26
1.8.2 强制类型转换	27
1.9 表达式	27
1.10 结构化控制语句	28
1.10.1 语 句	28
1.10.2 结构化控制语句	29
1.10.3 控制结构化	36
第2章 C编译器	
2.1 编译过程概述	38
2.1.1 编 译	38
2.1.2 编译器的输入	40
2.2 程序块与链接器	49
2.2.1 程序块	49
2.3 程序块链接	52
2.3.1 程序块分组	52
2.3.2 程序块配置	53
2.3.3 链接器的程序块放置选项	54
2.3.4 链接时的问题	60
2.3.5 修改链接器选项	62
第3章 命令行驱动器	
3.1 长命令行	65
3.2 默认库	65
3.3 标准运行时间代码	65
3.4 PICC18 编译器选项	65
3.4.1 -processor 定义处理器类型	67
3.4.2 -Aaddress 指定 ROM 偏移量	67
3.4.3 -A-option 指定附加汇编器选项	67
3.4.4 -AAHEX 生成美国式自动符号 Hex	67
3.4.5 -ASMLIST 生成 LST 汇编程序文件	67
3.4.6 -BIN 生成二进制输出文件	67
3.4.7 -BL 选择大存储空间模块	68

3.4.8	-BS 选择小存储空间模块	68
3.4.9	-C 编译成目标文件	68
3.4.10	-CKfile 生成校验和	68
3.4.11	-CP16 使用 16 位宽程序空间指针	68
3.4.12	-CP24 使用 24 位宽的程​​序空间指针	69
3.4.13	-CRfile 生成交叉参考列表	69
3.4.14	-D24 使用 24 位双精度值	69
3.4.15	-D32 使用 32 位双精度值	69
3.4.16	-Dmacro 定义宏	69
3.4.17	-E 定义编译错误的格式	70
3.4.18	-Efile 重定向编译器错误信息输出至文件	71
3.4.19	-FDOUBLE 使能快速 32 位浮点数学程序	72
3.4.20	-FAKELOCAL 提供 MPLAB 特殊调试信息	72
3.4.21	-Gfile 生成源代码的符号文件	72
3.4.22	-HELP 帮助	73
3.4.23	-ICD MPLAB 的编译代码	73
3.4.24	-I path 加入搜索路径	73
3.4.25	-INTEL 生成 INTEL 十六进制文件	73
3.4.26	-L library 库浏览	73
3.4.27	-L-option 指定链接器的附加选项	74
3.4.28	-Mfile 生成映像文件	75
3.4.29	-MPLAB 用 MPLAB IDE 编译和调试程序	75
3.4.30	-MOT 生成 Motorola S-Record 格式的十六进制文件	75
3.4.31	-Nsize 标志符长度设定	75
3.4.32	-NODEL 不删除临时文件和中间结果文件	75
3.4.33	-NOERRATA 勘误表修改不使能	75
3.4.34	-NORT 不链接标准运行时间启动模块	75
3.4.35	-O 调用优化器	76
3.4.36	-Ofile 指定输出文件	76
3.4.37	-O-option 对 Objtohex 指定一个选项	76
3.4.38	-P 汇编文件的预处理	76
3.4.39	-PRE 生成预处理后的源代码	76
3.4.40	-PROTO 生成原型	76
3.4.41	-PSECTMAP 存储器的使用情况	77

目 录

3.4.42	-q 退出模式	78
3.4.43	-RESRAMranges[,ranges] 保留指定的 RAM 地址范围	78
3.4.44	-RESROMranges[,ranges] 保留指定的 ROM 地址范围	79
3.4.45	-ROMranges 指定外部存储器	79
3.4.46	-S 编译汇编程序代码	79
3.4.47	-SIGNED_CHAR 使符号类型有正负之分	80
3.4.48	-STRICT 完全满足 ANSI 标准	80
3.4.49	-TEK 生成 Tektronix 格式的十六进制文件	80
3.4.50	-Umacro 取消一个已定义的宏	80
3.4.51	-UBROF 生成 UBROF 格式的输出文件	80
3.4.52	-V 详细的编译信息	80
3.4.53	-Wlevel 配置警告级	81
3.4.54	-X 消去局部符号	81
3.4.55	-Zg[level] 全局优先级	81

第4章 PICC18 C 语言的特性及运行环境

4.1	ANSI 标准	82
4.1.1	与 ANSI C 标准的不同点	82
4.1.2	执行行为的定义	82
4.2	有关处理器的特点	82
4.2.1	处理器支持	82
4.2.2	配置熔丝位	83
4.2.3	ID 区域	85
4.2.4	EEPROM 数据	86
4.2.5	运行时在线存取 EEPROM 和 Flash	86
4.2.6	位指令	87
4.2.7	多字节的 SFR 寄存器组	87
4.3	文 件	87
4.3.1	源程序文件	87
4.3.2	输出文件格式	88
4.3.3	符号文件	88
4.3.4	标准库	89
4.3.5	外围模块库	90
4.3.6	运行启动模块	90

4.4 支持的数据类型和变量	92
4.4.1 数制及常量	93
4.4.2 位变量和位数据类型	94
4.4.3 8位整型数据类型和变量	95
4.4.4 16位整型数据类型	96
4.4.5 32位整型数据类型和变量	96
4.4.6 浮点型和变量	97
4.4.7 结构与联合	98
4.4.8 标准类型的限定词	99
4.4.9 特殊类型的限定词	100
4.4.10 bdata 类型限定词	101
4.4.11 指 针	102
4.5 存储器分类与目标对象的布置	104
4.5.1 局部变量	104
4.5.2 绝对变量	105
4.5.3 程序空间的目标对象	105
4.6 函 数	106
4.6.1 函数变量的传递	106
4.6.2 函数返回值	107
4.6.3 存储器模式和用法	108
4.7 寄存器使用	109
4.8 算 子	109
4.8.1 整 合	109
4.8.2 整型的移位运用	110
4.8.3 整型数的除法运算和模运算	111
4.9 程序块	111
4.10 C 中断处理	113
4.10.1 中断函数	113
4.10.2 中断现场保护	114
4.10.3 现场恢复	114
4.10.4 中断级别	115
4.10.5 中断寄存器	116
4.11 C 语言与汇编语言的混合编程	116
4.11.1 外部的汇编函数	116

目 录

4.11.2 在汇编程序内访问C目标对象	117
4.11.3 #asm, #endasm 和 asm()	118
4.12 预处理	119
4.12.1 预处理程序标志	119
4.12.2 宏的预定义	120
4.12.3 pragma 伪指令	121
4.13 链接程序	124
4.13.1 库文件模块的替换	124
4.13.2 标志检测	125
4.13.3 链接器定义的符号	126
4.14 标准 I/O 函数和串行 I/O	126
4.15 调试信息	126

第5章 汇编器

5.1 汇编器的用法	128
5.2 汇编器选项	129
5.3 汇编语言	131
5.3.1 汇编格式差异	131
5.3.2 特殊注释字符串	132
5.3.3 预定义宏	132
5.3.4 字符集	132
5.3.5 常 量	132
5.3.6 分隔符	133
5.3.7 特殊字符	133
5.3.8 标志符	133
5.3.9 字符串	135
5.3.10 表达式	135
5.3.11 语句格式	136
5.3.12 程序块	137
5.3.13 汇编标志符	138
5.3.14 宏的符号	148
5.3.15 汇编控制命令	149

第6章 链接器及其应用

6.1 简 述	151
6.2 重定位与程序块	151
6.3 程序块	152
6.4 局部程序块	152
6.5 全局符号	152
6.6 链接地址和装载地址	153
6.7 操 作	153
6.7.1 链接器选项中的数字	154
6.7.2 -Aclass=low-high,...指定类的地址范围	154
6.7.3 -Cx 调用列表选项	155
6.7.4 -Cpsect=class 指定全局程序块的类名	155
6.7.5 -Dclass=delta 指定类的 DELTA 值	155
6.7.6 -Dsymfile 生成旧式的标志文件	155
6.7.7 Eerrfile 写错误信息到 ERRFILE	155
6.7.8 -F 生成只带标志记录的.OBJ 文件	156
6.7.9 -Gspec 指定段选择器	156
6.7.10 -Hsymfile	156
6.7.11 -H+symfile	157
6.7.12 -Jerrcount	157
6.7.13 -K	157
6.7.14 -I	157
6.7.15 -L	157
6.7.16 -LM	157
6.7.17 -Mmapfile	157
6.7.18 -N(-Ns,-Nc)	158
6.7.19 -Ooutfile	158
6.7.20 -Pspec	158
6.7.21 -Qprocessor	159
6.7.22 -S	159
6.7.23 -Sclass=limit[,bound]	160
6.7.24 -Usymbol	160
6.7.25 -Vavmap	160

目 录

6.7.26	-Wnum	160
6.7.27	-X	160
6.7.28	-Z	160
6.8	调用链接器	161
6.9	映像文件	161
6.9.1	调用列表信息	162
6.10	库管理器	164
6.10.1	库格式	164
6.10.2	库的使用	165
6.10.3	举 例	165
6.10.4	参数输入	166
6.10.5	列表格式	166
6.10.6	库中排序	166
6.10.7	错误信息	167
6.11	将目标文件转换到十六进制文件	167
6.12	Cref 交叉列表程序	168
6.12.1	-Fprefix	169
6.12.2	-Hheading	169
6.12.3	-Llen	169
6.12.4	-Ooutfile	169
6.12.5	-Pwidth	170
6.12.6	-Sstoplist	170
6.12.7	-Xprefix	170
6.13	cromwell 文件格式转换程序	170
6.13.1	-Pname	171
6.13.2	-D	171
6.13.3	-C	171
6.13.4	-F	171
6.13.5	-Okey	171
6.13.6	-lkey	172
6.13.7	-L	172
6.13.8	-E	172
6.13.9	-B	172
6.13.10	-M	172

6.13.11 -V	172
6.14 mmap 存储器映射程序	172

第 7 章 C 语言库函数

第 8 章 程序超限的下载方法、库函数的使用以及 C 语言和汇编语言的混合编程

8.1 程序代码长度超过限制后的下载方法	226
8.1.1 C 语言源程序文件	226
8.1.2 程序代码长度超过 0x4000 的下载方法	227
8.2 库函数文件生成及应用	232
8.2.1 C 语言源程序文件	232
8.2.2 生成库函数文件	233
8.2.3 库函数文件使用	234
8.3 C 语言和汇编语言的混合编程	235
8.3.1 在汇编程序内访问 C 变量	235
8.3.2 #asm, #endasm 和 asm() 指令	235
8.3.3 包含汇编函数的 C 文件	237

第 9 章 程序存储器 FLASH 的读写及 Bootloader 程序的编写

9.1 PIC18Fxxx 单片机程序存储器 FLASH	239
9.1.1 表读和表写	239
9.1.2 控制寄存器	240
9.1.3 表锁存寄存器 TABLAT	242
9.1.4 读程序存储器 FLASH	243
9.1.5 擦除程序存储器 FLASH	243
9.1.6 写程序存储器 FLASH	244
9.1.7 PIC18F2XX/4XX 程序存储器及程序代码保护	246
9.2 Bootloader 介绍	247
9.3 PIC18Fxxx 单片机 Bootloader 程序的编写	247
9.3.1 Bootloader 程序空间	247
9.3.2 Bootloader 程序流程	248
9.3.3 Bootloader 程序下载(烧写)	249
9.3.4 通过 Bootloader 下载用户应用程序	249

目 录

第 10 章 PIC18FXX8 单片机及 PICC18 例程

10.1 PIC18FXX8 单片机简介	264
10.1.1 A/D 转换功能	265
10.1.2 键 盘	265
10.1.3 LED 显示	266
10.1.4 8 路开关量输入和 8 路开关量输出	266
10.1.5 D/A 输出	266
10.1.6 串行通信接口 SCI	266
10.1.7 捕捉方式和 PWM 方式	267
10.1.8 CAN 控制器	267
10.1.9 定时器	267
10.1.10 看门狗和休眠方式	267
10.2 PIC18FXX8 单片机编程例程	268
10.2.1 PIC18FXX8 单片机编程例程流程图	268
10.2.2 PIC18FXX8 单片机编程例程源程序	270
附录 编译器生成的错误信息	294
参考文献	339

第 1 章

C 语言概述

C 语言是一种通用性很强的结构化程序设计语言,具有全面丰富的运算符、简洁明了的表达式,并且数据结构和控制结构先进,语言表述能力强,灵活方便;可以生成有效、紧凑和兼容性很好的可移植的代码,在许多方面得到了广泛应用。

1.1 注 释

在“/*”和“*/”之间的部分或符号“//”(此时必须在同一行内,不能换行)以后的部分为注释。在编译时,注释行视为空白字符而忽略,它不产生代码行。任何允许插入空白的地方都可以插入注释,注释行可以是多行,但不能嵌套。

合法注释的实例如下:

```
/* Comment can separate and document Lines of a program */  
/*  
*****  
Comments can occupy several ones  
******/  
//Comments can occupy several ones
```

非法注释的实例如下:

```
/* You cannot  
        /* nest */  
Comments */
```

1.2 标志符和关键字

标志符:是程序中的变量名、常量名、函数名、数据类型名等。它们可以是一个字符,也可以为字符串。标志符的命名规则为:

① 标志符的有效长度为 1~32 个字符,每个标志符为字母、数字或下划线“_”,但其中第一个字符必须是字母或下划线。