

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

# 单片机C语言 程序设计

Programming

侯殿有 编著

- 系统讲授51单片机C语言程序设计知识
- 融入作者多年工作经验和体会
- 提供丰富相关教学资源



精品系列

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

# 单片机C语言 程序设计

Programming Microcontrollers in C

侯殿有 编著



精品系列

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

单片机C语言程序设计 / 侯殿有编著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010. 11  
21世纪高等学校计算机规划教材  
ISBN 978-7-115-23272-4

I. ①单… II. ①侯… III. ①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(2010)第128045号

## 内 容 提 要

本书分5篇共18章。第1篇为3章, 主要介绍嵌入式基础知识, MCS-51单片机在嵌入式控制系统中的地位和作用, MCS-51单片机常用接口电路介绍和外部软件资源。第2篇为3章, 主要介绍C51语法, 包括C51基本语言语法、函数、数组和指针、结构和联合以及预处理等。第3篇为5章, 主要介绍MCS-51单片机内部资源及编程, 包括并行输入输出接口、定时器/计数器接口设计、MCS-51单片机的串行接口、MCS-51单片机的中断系统、MCS-51单片机系统扩展及应用, 包括MCS-51单片机的最小系统、存储器扩展、输入/输出接口扩展等。第4篇为3章, 主要介绍MCS-51与外围设备接口, 包括单片机与键盘, LED显示器接口, MCS-51单片机与D/A、A/D转换芯片接口, MCS-51单片机与I<sup>2</sup>C总线芯片接口, MCS-51单片机与时钟日历芯片以及温度传感器接口等。

第5篇为4章, 主要介绍MCS-51人机界面设计, 包括LCD显示汉字、西文字符和曲线的基础知识, LCD驱动原理, T6963C、KS0108、HD61830三种典型LCD驱动程序。

本书可作为高等学校电子信息相关专业的教材, 也可供相关专业人员的学习参考。

21世纪高等学校计算机规划教材

## 单片机C语言程序设计

◆ 编 著 侯殿有

责任编辑 刘 博

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 19.25

2010年11月第1版

字数: 511千字

2010年11月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-23272-4

定价: 34.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 出版者的话

计算机应用能力已经成为社会各行业最重要的工作要求之一，而计算机教材质量的好坏会直接影响人才素质的培养。目前，计算机教材出版市场百花争艳，品种急剧增多，要从林林总总的教材中挑选一本适合课程设置要求、满足教学实际需要的教材，难度越来越大。

人民邮电出版社作为一家以计算机、通信、电子信息类图书与教材出版为主的科技教育类出版社，在计算机教材领域已经出版了多套计算机系列教材。在各套系列教材中涌现出了一批被广大一线授课教师选用、深受广大师生好评的优秀教材。老师们希望我社能有更多的优秀教材集中地呈现在老师和读者面前，为此我社组织了这套“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”。

“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”具有下列特点。

(1) 前期调研充分，适合实际教学需要。本套教材主要面向普通本科院校的学生编写，在内容深度、系统结构、案例选择、编写方法等方面进行了深入细致的调研，目的是在教材编写之前充分了解实际教学的需要。

(2) 编写目标明确，读者对象针对性强。每一本教材在编写之前都明确了该教材的读者对象和适用范围，即明确面向的读者是计算机专业、非计算机理工类专业还是文科类专业的学生，尽量符合目前普通高等教学计算机课程的教学计划、教学大纲以及发展趋势。

(3) 精选作者，保证质量。本套教材的作者，既有来自院校的一线授课老师，也有来自IT企业、科研机构等单位的资深技术人员。通过他们的合作使老师丰富的实际教学经验与技术人员丰富的实践工程经验相融合，为广大师生编写出适合目前教学实际需求、满足学校新时期人才培养模式的高质量教材。

(4) 一纲多本，适应面宽。在本套教材中，我们根据目前教学的实际情况，做到“一纲多本”，即根据院校已学课程和后续课程的不同开设情况，为同一科目提供不同类型的教材。

(5) 突出能力培养，适应人才市场要求。本套教材贴近市场对于计算机人才的能力要求，注重理论技术与实际应用的结合，注重实际操作和实践动手能力的培养，为学生快速适应企业实际需求做好准备。

(6) 配套服务完善，共促提高。对于每一本教材，我们在教材出版的同时，都将提供完备的PPT课件，并根据需要提供书中的源程序代码、习题答案、教学大纲等内容，部分教材还将在作者的配合下，提供疑难解答、教学交流等服务。

在本套教材的策划组织过程中，我们获得了来自清华大学、北京大学、人民大学、浙江大学、吉林大学、武汉大学、哈尔滨工业大学、东南大学、四川大学、上海交通大学、西安交通大学、电子科技大学、西安电子科技大学、北京邮电大学、北京林业大学等院校老师的大力支持和帮助，同时获得了来自信息产业部电信研究院、联想、华为、中兴、同方、爱立信、摩托罗拉等企业 and 科研单位的领导和技术人员的积极配合。在此，人民邮电出版社向他们表示衷心的感谢。

我们相信，“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”一定能够为我国高等院校计算机课程教学做出应有的贡献。同时，对于工作欠缺和不妥之处，欢迎老师和读者提出宝贵的意见和建议。

# 前 言

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

作者多年在某研究所做嵌入式系统设计工作，现在高校任教，无论在研究所做项目还是在学校教学，经常大量使用单片机，如 Intel296、196，Triscend E5，Intel 8031，Ateml AT89C51，ISSI IS89C51 等，故有很多经验和体会。

本书除系统介绍 MCS-51 单片机的 C 语言程序设计知识以外，还尽量把我工作中的一些经验和体会融合到书中，这其中包括：光电隔离电路设计、看门狗电路设计、串行电路设计、步进电机驱动、I<sup>2</sup>C 电路设计和串行温度传感器使用等。特别是人机界面设计：包括通用字模提取和 LCD 驱动程序设计两部分内容，是我多年工作的总结，很有参考价值。

同时还免费提供给本书读者 LCD 驱动程序，由于篇幅限制，只给出 3 种典型 LCD 驱动程序，这 3 种 LCD 驱动各有特点，又有难点，本书给出的完整程序可帮助读者解决这些难点，对读者进行人机界面设计很有参考价值。

本书分 5 篇共 18 章。

第 1 篇为 3 章，主要讲嵌入式基础知识，MCS-51 单片机在嵌入式控制系统中的地位和作用，MCS-51 单片机常用接口电路介绍和外部软件资源。

现在同学学习嵌入式控制系统设计的热情特别高，我校不仅电子系和计算机系开设此课，光电科学系、光电工程系、机电工程系也在开设此课，为了减少同学学习困难，在本篇第 2 章简单介绍了单片机常用接口电路。接口电路芯片符号采用国际上通用的表示方法，方便同学上网或查阅其他资料。

第 2 篇为 3 章，主要讲解 C51 语法，包括 C51 基本语言语法、函数、数组和指针、结构和联合以及预处理等。

第 3 篇为 5 章，讲解 MCS-51 单片机内部资源及编程，包括并行输入输出接口、定时器/计时器接口设计、MCS-51 单片机的串行接口、MCS-51 单片机的中断系统、MCS-51 单片机系统扩展及应用，包括 MCS-51 单片机的最小系统、存储器扩展、输入/输出接口扩展等。

第 4 篇为 3 章，讲解 MCS-51 与外围设备接口，包括单片机与键盘、LED 显示器接口、MCS-51 单片机与 D/A、A/D 转换芯片接口、MCS-51 单片机与 I<sup>2</sup>C 总线芯片接口、MCS-51 单片机与时钟日历芯片、温度传感器接口等。

第 5 篇为 4 章，讲解 MCS-51 人机界面设计，包括 LCD 显示汉字、西文字符和曲线的基础知识、LCD 驱动原理，T6963C、KS0108、HD61830 三种典型 LCD 驱动程序。

本书资料来源主要来自几个方面：多年 MCS-51 单片机 C 语言程序设计的教学中使用的资料；网上资源；其他类似著作和教材；一些公司的产品使用说明书或技术资料。作者对使用或借鉴资料的个人或公司表示感谢。

MCS-51 单片机 C 语言程序设计是软硬件相结合的课程，教学中应结合实验进行。实验课时不能少于理论课时的 1/2。理论课 64 学时，实验课 32 学时比较合适。

安排学生多编程、多上机才能有较好教学效果。如果能指导学生参加一些省级/全国大学生电子设计大赛或嵌入式设计大赛效果会更好。

本书内容较多，教师可根据学生接收能力和兴趣对某些章节删减。

本书课件、程序和资料可在人民邮电出版社教学服务与资源网免费下载：<http://www.ptpedu.com.cn>。  
书中通用字模提取程序密码为：194512125019。

对本书的意见和建议请与作者联系，联系信箱：[houdianyou456@sina.com](mailto:houdianyou456@sina.com)。

侯殿有 于长春理工大学光电信息学院

2010年2月17日

# 目 录

## 第1篇 基础知识

<b>第1章 嵌入式控制系统概论</b> .....2	2.1.5 74138 逻辑电路.....12
1.1 单片机和嵌入式控制系统的定义、 嵌入式控制系统的分类.....2	2.1.6 74164 移位寄存器.....13
1.2 MCS-51 单片机在嵌入式控制系统中的 地位和作用.....3	2.1.7 74373 八 D 锁存器.....14
1.3 嵌入式控制系统的研究方法.....3	2.2 MCS-51 单片机常用隔离电路.....14
1.3.1 交叉编译环境 Keil C51.....3	习题.....15
1.3.2 程序的调试和运行.....5	<b>第3章 外部软件资源</b> .....16
习题.....10	3.1 C51 的库函数.....16
<b>第2章 MCS-51 单片机常用接口 电路介绍</b> .....11	3.1.1 寄存器库函数 reg51.h.....16
2.1 74 系列 TTL 电路介绍.....11	3.1.2 字符函数 ctype.h.....16
2.1.1 7400 逻辑门电路.....11	3.1.3 一般输入/输出函数 stdio.h.....17
2.1.2 7402 逻辑门电路.....11	3.1.4 内部函数 intrins.h.....19
2.1.3 7404 (7406) 逻辑门电路.....11	3.1.5 标准函数 stdlib.h.....19
2.1.4 集电极开路接口电路.....12	3.1.6 字符串函数 string.h.....20
	3.1.7 数学函数 math.h.....22
	3.1.8 绝对地址访问函数 absacc.h.....23
	3.2 用户自定义头文件.....23
	习题.....25

## 第2篇 C51 程序语法

<b>第4章 C51 基本语句</b> .....28	4.2.7 位类型.....31
4.1 C 语言的特点及程序结构.....28	4.3 C51 的运算量.....31
4.1.1 C 语言的特点.....28	4.3.1 常量.....31
4.1.2 C 语言和 C51 的程序结构.....28	4.3.2 变量.....32
4.2 C51 的数据类型.....30	4.3.3 存储模式.....35
4.2.1 char 字符型.....30	4.3.4 绝对地址的访问.....35
4.2.2 int 整型.....30	4.4 C51 的运算符及表达式.....36
4.2.3 long 长整型.....30	4.4.1 赋值运算符.....36
4.2.4 float 浮点型.....30	4.4.2 算术运算符.....37
4.2.5 *指针型.....30	4.4.3 关系运算符.....37
4.2.6 特殊功能寄存器型.....30	4.4.4 逻辑运算符.....37
	4.4.5 位运算符.....38

4.4.6	复合赋值运算符	38
4.4.7	逗号运算符	39
4.4.8	条件运算符	39
4.4.9	指针与地址运算符	39
4.5	表达式语句及复合语句	39
4.5.1	表达式语句	39
4.5.2	复合语句	40
4.6	C51 的输入输出	40
4.6.1	格式输出函数 printf()	40
4.6.2	格式输入函数 scanf()	41
4.7	C51 程序基本结构与相关语句	42
4.7.1	C51 的基本结构	42
4.7.2	if 语句	43
4.7.3	switch/case 语句	43
4.7.4	while 语句	44
4.7.5	do while 语句	45
4.7.6	for 语句	45
4.7.7	循环的嵌套	46
4.7.8	break 和 continue 语句	46
4.7.9	return 语句	47
	习题	47

第 5 章	函数	49
5.1	函数的定义	49
5.2	函数的调用与声明	50
5.3	函数的嵌套与递归	52
5.4	局部变量和全局变量	53
5.4.1	局部变量	53
5.4.2	全局变量	53
	习题	54

第 6 章	C51 构造数据类型	55
6.1	数组	55
6.2	指针	56
6.3	结构	58
6.3.1	结构与结构变量的定义	58
6.3.2	结构变量的引用	59
6.4	联合	60
6.4.1	联合的定义	61
6.4.2	联合变量的引用	61
6.5	枚举	62
	习题	62

### 第 3 篇 MCS-51 单片机内部资源及编程

#### 第 7 章 MCS-51 单片机并行输入输出接口

7.1	并行 I/O 口	64
7.1.1	P0 口的操作	64
7.1.2	P1 口的操作	65
7.1.3	P2 口的操作	65
7.1.4	P3 口的操作	65
7.2	并行口应用与编程	65
7.2.1	光电隔离输入输出	65
7.2.2	输入输出程序编写	66
7.2.3	步进电机控制电路	68
	习题	73

#### 第 8 章 MCS-51 定时器/计数器接口

8.1	定时器/计数器接口	74
-----	-----------	----

8.1.1	定时器/计数器的主要特性	74
8.1.2	定时器/计数器 T0、T1 的结构及工作原理	74
8.2	定时器/计数器的工作方式寄存器和控制寄存器	75
8.2.1	定时器/计数器的方式寄存器 TMOD	75
8.2.2	定时器/计数器的控制寄存器 TCON	76
8.3	定时器/计数器的工作方式	76
8.4	定时器/计数器的初始化编程及应用	77
8.4.1	定时器/计数器的编程	77
8.4.2	定时器/计数器的应用	78
8.4.3	定时器/计数器在嵌入式控制系统中的应用	80
	习题	85



<b>第 9 章 MCS-51 单片机串行接口</b> .....86	<b>第 11 章 MCS-51 单片机系统扩展</b> ..... 110
9.1 通信的基本概念.....86	11.1 MCS-51 系列单片机介绍..... 110
9.2 MCS-51 单片机串行口功能与结构.....87	11.2 MCS-51 单片机的外部引脚和总线..... 111
9.3 串行口的工作方式.....89	11.2.1 输入/输出引脚..... 111
9.3.1 方式 0.....89	11.2.2 MCS-51 单片机的控制线..... 112
9.3.2 方式 1.....89	11.2.3 MCS-51 单片机的片外总线..... 112
9.3.3 方式 2 和方式 3.....90	11.2.4 MCS-51 单片机存储器的结构..... 112
9.4 串行口波特率计算.....90	11.3 MCS-51 单片机的最小系统..... 117
9.5 串行口的编程和应用.....91	11.3.1 8051/8751 的最小系统..... 117
9.5.1 串行口的编程步骤.....91	11.3.2 8031 最小应用系统..... 117
9.5.2 串行口的应用实例.....92	11.4 MCS-51 单片机系统扩展..... 118
9.6 RS-232 和 RS-422、RS-485 通信.....96	11.4.1 存储器扩展概述..... 118
9.6.1 RS-232 通信.....96	11.4.2 存储器地址译码..... 119
9.6.2 RS-422 与 RS-485 串行接口.....97	11.5 程序存储器扩展..... 119
习题.....102	11.5.1 使用一片程序存储器扩展..... 119
<b>第 10 章 MCS-51 单片机的中断系统</b> .....103	11.5.2 多片程序存储器的扩展..... 120
10.1 中断的基本概念.....103	11.5.3 大容量程序存储器的扩展..... 121
10.2 MCS-51 单片机的中断系统.....104	11.6 数据存储器扩展..... 122
10.2.1 MCS-51 单片机的中断源.....104	11.7 输入/输出扩展..... 123
10.2.2 优先级控制.....105	11.7.1 简单 I/O 接口扩展..... 124
10.2.3 中断响应.....106	11.7.2 可编程 I/O 扩展芯片 8255A..... 125
10.2.4 中断应用举例.....107	11.7.3 可编程 I/O 扩展接口 8155..... 131
习题.....109	习题..... 134
<b>第 4 篇 MCS-51 单片机与外设接口</b>	
<b>第 12 章 MCS-51 与键盘、显示器的接口</b> .....136	12.2.4 LED 显示器与单片机的接口..... 142
12.1 MCS-51 单片机与键盘接口.....136	12.3 可编程键盘/显示接口芯片 8279..... 146
12.1.1 独立式键盘.....136	12.3.1 8279 内部结构和引脚..... 146
12.1.2 行列式键盘.....137	12.3.2 8279 的命令字和状态字..... 148
12.2 MCS-51 单片机与 LED 显示器接口.....140	12.3.3 8279 和 8051 的接口..... 151
12.2.1 LED 显示器的结构与原理.....140	12.4 串行键盘/显示芯片 HD7279A 介绍..... 153
12.2.2 LED 数码管显示器的译码方式.....141	12.4.1 HD7279A 简介..... 153
12.2.3 LED 数码管的显示.....142	12.4.2 HD7279A 命令时序..... 157
	12.4.3 HD7279A 与 MCS-51 单片机接口..... 158
	12.4.4 HD7279A 驱动程序..... 159
	习题..... 161

## 第 13 章 MCS-51 与 D/A、A/D 的 转换接口

13.1 A/D 转换原理及常用芯片介绍	162
13.1.1 A/D 转换器原理	162
13.1.2 ADC0809 芯片介绍	163
13.2 ADC0809 与 MCS-51 单片机的连接和 软件驱动	164
13.2.1 硬件连接	164
13.2.2 软件编程	165
13.3 12 位 A/D 转换芯片 AD574 介绍	166
13.3.1 AD574 的结构和引脚	166
13.3.2 AD574 与 8051 的接口和驱动 软件	167
13.4 MCS-51 单片机与 DAC 的接口	168
13.4.1 D/A 转换器概述	168
13.4.2 8 位 DAC0832 转换器与单片机的 连接	170
习题	173

## 第 14 章 MCS-51 与其他常用芯片 接口

14.1 MCS-51 单片机与 I <sup>2</sup> C 总线芯片 接口	174
--	-----

14.1.1 I <sup>2</sup> C 总线简介	174
14.1.2 I <sup>2</sup> C 总线与 MCS-51 单片机 接口	177
14.1.3 CAT24WCXX 与单片机的接口与 编程	178
14.2 MCS-51 单片机与并行时钟日历芯片 接口	183
14.2.1 并行日历时钟芯片 DS12887 介绍	183
14.2.2 DS 12887 与单片机的接口和驱动 程序	186
14.3 MCS-51 单片机与串行日历时钟芯片 接口	189
14.3.1 串行日历时钟芯片 DS1302 简介	189
14.4 V/F 变换	199
14.5 MCS-51 单片机与单总线数字温度 传感器的接口	203
14.5.1 DS18B20 简介	203
14.5.2 DS18B20 的内部结构	204
14.5.3 DS18B20 的温度转换 过程	206
14.5.4 DS18B20 的软件驱动程序	208
习题	210

## 第 5 篇 MCS-51 单片机人机界面设计

### 第 15 章 汉字和西文字符显示 原理

15.1 汉字和字符显示概述	212
15.2 汉字字符集介绍	213
15.3 汉字的内码	214
15.4 内码转换为区位码	214
15.5 字模提取与小字库建立	214
15.6 汇编语言字模与 C 语言字模互相 转换	220
15.6.1 汇编语言字模转换为 C 语言 字模	220
15.6.2 C 语言字模转换为汇编语言 字模	222

15.7 自造字膜点阵方法	224
15.7.1 自造字符点阵方法	224
15.7.2 自造图形点阵方法	225
习题	225

### 第 16 章 T6963C 的汉字字符 显示

16.1 T6963C 的一般介绍	226
16.2 T6963C 的指令系统	228
16.3 T6963C 和单片机的连接	232
16.4 T6963C 的驱动程序	233
16.5 T6963C 的内嵌字符表	246
习题	246

<b>第 17 章 KS0108 液晶显示器驱动控制</b> .....	247	<b>第 18 章 HD61830 液晶显示器驱动控制</b> .....	275
17.1 KS0108 液晶显示器概述 .....	247	18.1 HD61830 液晶显示器概述 .....	275
17.1.1 KS0108 的硬件特点 .....	247	18.2 HD61830 的指令系统 .....	277
17.1.2 KS0108 与微处理机的接口 .....	248	18.2.1 方式控制指令 .....	277
17.1.3 KS0108 的电源和对比度调整 .....	249	18.2.2 显示域设置指令 .....	278
17.2 KS0108 的指令系统 .....	249	18.2.3 光标设置指令 .....	279
17.2.1 显示开/关指令 .....	250	18.2.4 数据读写指令 .....	279
17.2.2 行列设置命令 .....	250	18.2.5 “位”操作指令 .....	280
17.2.3 数据和状态读写命令 .....	250	18.3 HD61830 液晶显示器驱动控制程序 .....	280
17.3 KS0108 的软件驱动程序 .....	251	18.3.1 HD61830 液晶显示器显示 RAM 的结构 .....	280
17.4 ASCII 8×8 字符库 .....	272	18.3.2 软件程序 .....	281
习题 .....	274	18.3.3 HD61830 CGRAM 字符代码表 .....	294
		习题 .....	295
		<b>参考文献</b> .....	296

# 第 1 篇

---

# 基础知识

### 1.1 单片机和嵌入式控制系统的定义、 嵌入式控制系统的分类

单片机是指在一片半导体硅片上集成了中央处理单元（CPU）、存储器（RAM/ROM）和各种 I/O 接口的微型计算机。由于这样的一块集成电路芯片具有一台微型计算机的功能，因此被称为单片微型计算机，简称单片机。

有些单片机功能比较齐全，我们称之为通用单片机；有些单片机是专门为某一应用领域研制的，突出某一功能，如专门的数控芯片、数字信号处理芯片等，我们称之为专用单片机。有时我们也把这两种单片机统称为微处理器。

单片机主要应用在测试和控制领域，由于单片机在使用时，通常处于测试和控制领域的核心地位并嵌入其中，因此我们也常把单片机称为嵌入式微控制器（Embedded MicroController Unit），把嵌入某种微处理器或单片机的测试和控制系统称为嵌入式控制系统（Embedded Control System）。

嵌入式控制系统在航空航天、机械电子、家用电器等各个领域都有广泛应用，特别是家用电器领域。该领域是嵌入式控制系统最大的应用领域，如 MP3、MP4、数码相机、扫描仪、PC、车载电视、DVD、PDA 等，到处都可以看到嵌入式控制系统的应用。

随着超大规模集成电路工艺和集成制造技术的不断完善，单片机的硬件集成度也在不断提高，目前已经出现了能满足各种不同需要、具有各种特殊功能的单片机。在 8 位单片机得到广泛应用的基础上，16 位单片机和 32 位单片机也应运而生，特别是以 ARM 技术为基础的 32 位精简指令系统单片机（RISC Microprocessor）的出现，由于其性能优良、价格低廉，大有取代 16 位单片机而成为高档主流机型的趋势。

嵌入式控制系统由于其内核嵌入的微处理器不同，在应用上大致分为两个层次，在系统简单、要求不高、成本低的应用领域，大多采用以 MCS-51 为代表的 8 位单片机。随着嵌入式控制系统与 Internet 的逐步结合，PDA、手机、路由器、调制解调系统等复杂的高端应用对嵌入式控制系统提出了更高的要求，在少数高端应用领域以 ARM 技术为基础的 32 位精简指令系统单片机受到人们的青睐。嵌入式控制系统在高端应用领域还分为带嵌入式操作系统支持和不带嵌入式操作系统支持两种情况。

## 1.2 MCS-51 单片机在嵌入式控制系统中的地位和作用

1980 年, Intel 公司在 MCS-48 单片机的基础上推出 MCS-51 单片机, MCS-51 单片机包括 3 个基本型: 8031、8051、8751, 还包括 3 个 CMOS 工艺的低功耗型: 80C31、80C51、87C51。

虽然它们是 8 位单片机, 但是它们品种多、兼容性好、功能强、价格低廉、性能稳定、使用方便, 特别是设计和应用资料齐全, 因此受到广大工程技术人员的欢迎, 成为我国应用最为广泛的机种。在今后相当长的一段时间里, MCS-51 单片机还将是嵌入式控制系统的主流机型。

由于 MCS-51 单片机技术先进、性能稳定, 同时世界上许多大的半导体公司也在根据 Intel 公司的技术生产 MCS-51 单片机或改进型 MCS-51 单片机。因此, MCS-51 单片机也成为 8 位单片机的实际技术标准。

在计算机技术飞跃发展的今天, 16 位和 32 位单片机已经出现并逐步得到推广应用, 但 MCS-51 单片机的应用还是非常广泛。MCS-51 单片机的设计思想在 16 位和 32 位单片机中得到了进一步的继承和发展。

我们掌握了 MCS-51 单片机的 C 语言程序设计方法, 可以完成一般嵌入式控制系统的设计, 并为进一步学习 16 位和 32 位单片机打下基础。

## 1.3 嵌入式控制系统的研究方法

### 1.3.1 交叉编译环境 Keil C51

做为嵌入式控制器的单片机, 不管是 8 位单片机还是 16 位单片机或 32 位单片机, 由于受自身资源的限制, 其应用程序都不能在其本身上开发, 从而还需要一台通用计算机, 如常用的 IBM-PC 或兼容机, Windows 95/98/2000/XP 操作系统, 16MB 以上内存, 20MB 以上硬盘内存空间 (运行交叉编译环境 Keil C 最低配置)。我们也称这台通用计算机为“宿主机”, 称做为嵌入式控制器的单片机为“目标机”, 应用程序在“宿主机”上开发, 在“目标机”上运行。“目标机”和“宿主机”之间利用计算机串口, 通过一台叫做“仿真器”的设备相连, 程序可以从“宿主机”传到“目标机”, 这叫程序下载, 也可以从“宿主机”传到“目标机”, 叫程序上传。应用程序通过“仿真器”的下载和上传, 在“宿主机”上反复修改, 这个过程叫“调试”。调试好的应用程序, 在“宿主机”上编译成“目标机”可以直接执行的机器代码文件, 通过一台叫做“固化器”的设备下载并固化到“目标机”的程序存储器中 (8 位单片机常用的程序存储器是 EPROM)。整个下载过程, 叫烧片, 也叫程序固化。

程序固化是单片机开发的最后一步, 以后“宿主机”和“目标机”就可以分离, “宿主机”任务完成, “目标机”就可以独立执行嵌入式控制器的任务。

通过以上叙述可知, 在“宿主机”上运行的开发工具软件的功能非常重要, 我们也称这套开发工具软件为交叉编译环境。交叉编译环境首先应具有类似“Word”的功能, 能对用 C 语言编写

的程序进行编辑，同时它还具有调试和编译功能，可以把调试好的应用程序编译成“目标机”可以直接执行的机器代码文件。

在我国，MCS-51 单片机的开发多使用德国 Keil 公司的  $\mu$ Vision2/3 或南京伟福的 Wave6000。 $\mu$ Vision2/3 也叫 Keil C51，是一款非常优秀的 MCS-51 开发工具，它功能强大、使用方便，特别是运行稳定、抗干扰和防病毒能力强，给使用者留下良好印象。

Keil C51 的安装非常容易。

打开单片机编译器文件夹，再打开 Setup 子文件夹，出现如图 1.1 所示的初始画面，双击 Setup.exe 图标，出现如图 1.2 所示的选择安装类型对话框，第一次安装时选第一项。单击“Next”按钮，出现如图 1.3 所示的选择安装版本对话框，单击 Full Version 按钮，系统就开始安装。确定安装路径为 C:\Keil 和同意版权协议后，系统还要产品系列号，系列号在 UP51V701.TXT 文件夹中。



图 1.1 Keil C51 安装初始画面

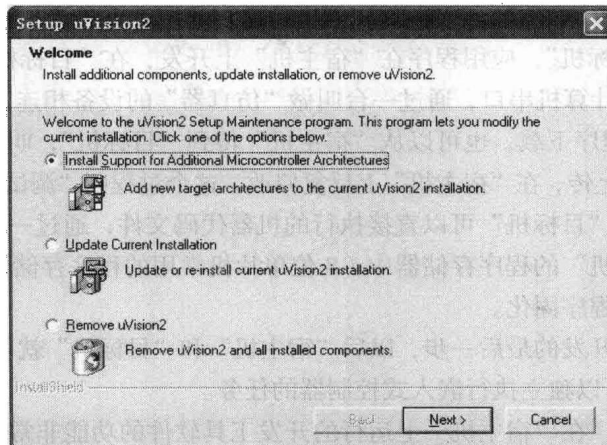


图 1.2 选择安装类型

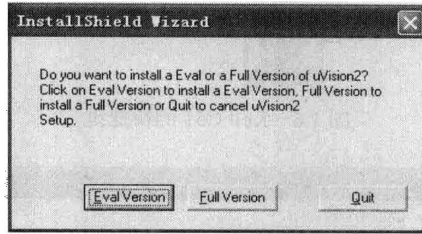


图 1.3 选择安装版本

接着在图 1.4 中单击“Browse”按钮，在上一级文件夹中找到 PK51 专业开发软件路径 C51addon 文件夹，选中并确定，出现如图 1.5 所示的画面，继续单击“Next”按钮就可一步步完成安装。

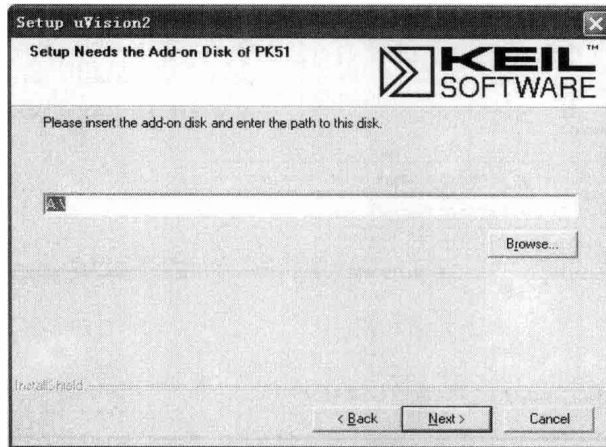


图 1.4 安装 PK51 专业开发软件

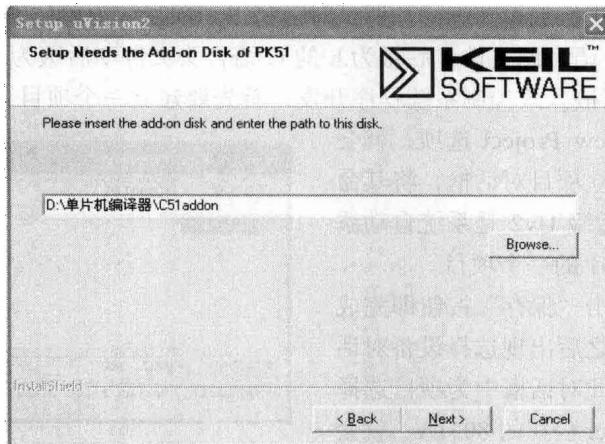


图 1.5 PK51 专业开发软件路径

### 1.3.2 程序的调试和运行

Keil C51 的快捷键如图 1.6 所示，可以把它放在桌面上，以方便使用。双击此图标，就会出现如图 1.7 所示的交叉编译环境 Keil C51 的主界面，MCS-51 单片机程序的编辑和调试均在此界面上完成。





图 1.6 Keil C51 的快捷键

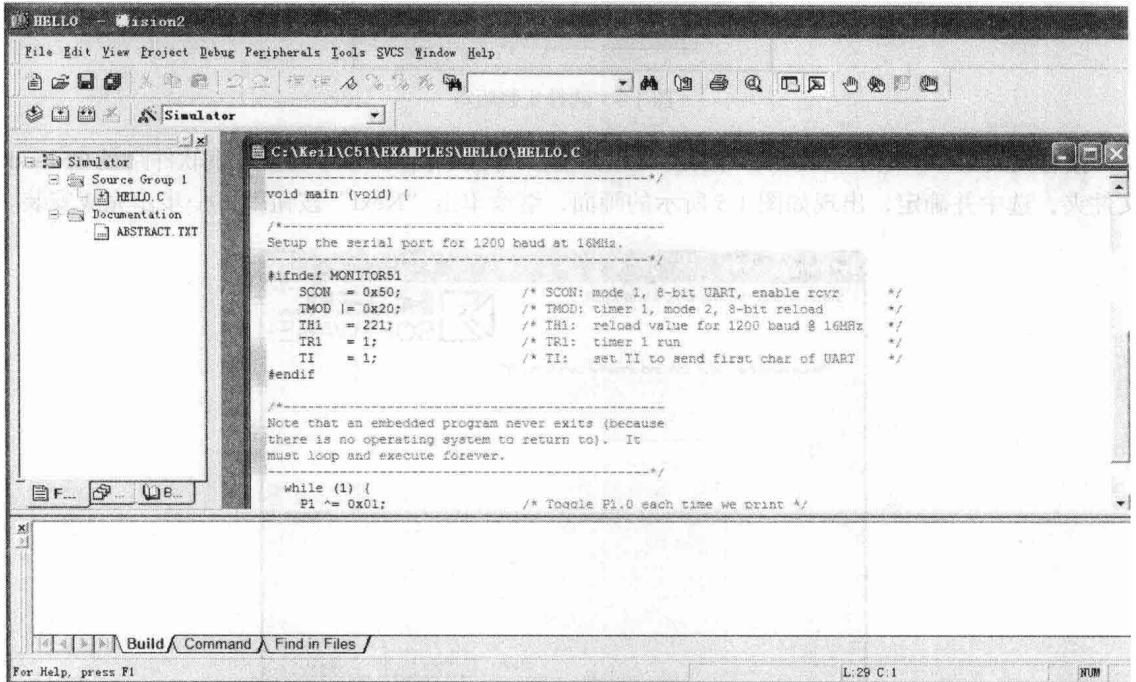


图 1.7 Keil C51 的集成开发环境

Keil C51 在对程序进行编辑、编译和调试时都是以“项目”为单位来进行的，在一个项目中可以包含后缀为.C 的 C 语言源文件、后缀为.h 的 C 语言头文件和后缀为.A 的汇编语言文件。因此，使用 Keil C51 进行嵌入式控制系统程序开发，首先要建立一个项目，在开发环境的 10 个主菜单中，选择 Project/New Project 选项，就会出现如图 1.8 所示的建立项目对话框，将其命名为 HELLO，名字的后缀 Uv2 是系统自动添加的，表示这是 Keil C51 的一个项目。

选好保存路径，单击“保存”按钮即完成建立一个项目的工作。之后出现选择设备对话框，如图 1.9 所示，在此对话框中为项目选择一款单片机。若选择 Inter 公司的 8031A，就会出现如图 1.10 所示的设备功能描述对话框，确认后返回主界面。

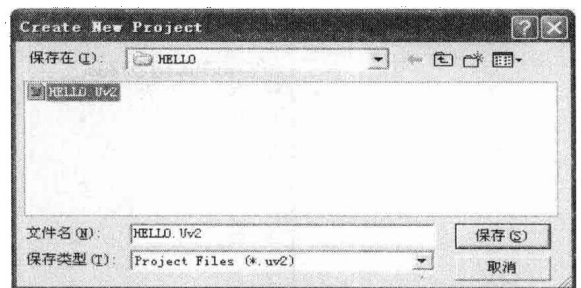


图 1.8 建立 Keil C51 的一个项目

在主界面中，右击 Target1 打开“Options for target ‘target1’”对话框，在 Target 选项卡中将 Memory Model 设置为“Large: variables in XDATA”，如图 1.11 所示，在 Output 选项卡中选项 16 进制输出文件“Create HEX Files”，如图 1.12 所示。至此，为项目选设备和该项目编译器设置完成。确认后的主界面，在主界面中，鼠标右键单击 Source Group 1 图标，出现如图 1.13 所示的添加文件对话框，选 Add Files to Group ‘Source Group 1’，把 C 语言源文件、头文件或汇编源文件加入项目中。