

结合大量实例
配套资源丰富

清华

开发者书库



The Way to 51 Microcontroller Unit by the
C Programming Language

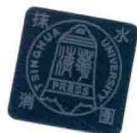
51单片机C语言学习之道

语法、函数、Keil工具及项目实战

孙鹏◎编著

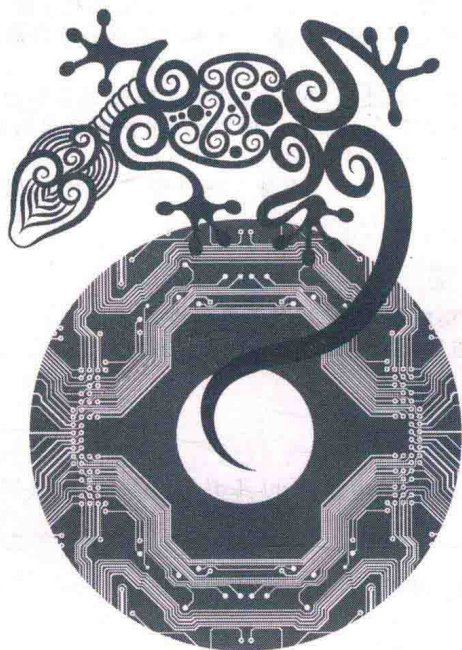
Sun Peng

清华大学出版社



清華

开发者书库



The Way to 51 Microcontroller Unit by the
C Programming Language

51单片机C语言学习之道

常有人问
藏法书函数

Keil工具及项目实战

孙鹏◎编著

Sun Peng

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书从最简单的编程实例入手,由浅入深、循序渐进地讲述了 51 单片机 C 语言编程方法、硬件结构及应用,可以帮助读者快速掌握 51 单片机。

本书共分三大部分:入门篇、应用篇、综合篇。入门篇主要讲解单片机和 C51 的基础知识、C 语言调试软件 Keil 的使用方法、C51 函数的用法;应用篇讲解了定时计数器和中断的用法,分章节讲解一些常用器件的驱动,如数码管、LCD、键盘、串行口、温度传感器、时钟芯片等;综合篇则结合实例,介绍了一些实际应用中的单片机系统软硬件设计方法。

本书特点体系完善、由浅入深、实例丰富,可以帮助单片机爱好者快速上手,大量实例具有代表性,可以使读者通过学习举一反三,快速提高设计水平。书中大部分内容来自科研和教学实践,许多 C 程序代码都经过配套单片机学习板调试通过,可以直接应用于工程项目中。

本书可作为单片机爱好者和工科电类相关专业大学生的学习用书,既适用于 51 单片机初学者,也可以作为 51 单片机项目开发人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机 C 语言学习之道:语法、函数、Keil 工具及项目实战/孙鹏编著. —北京:清华大学出版社,2018

(清华开发者书库)

ISBN 978-7-302-49089-0

I. ①5… II. ①孙… III. ①单片微型计算机—C 语言—程序设计 IV. ①TP368.1 ②TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300281 号

责任编辑:曾 珊

封面设计:李召霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm

印 张:19.25

字 数:427 千字

版 次:2018 年 2 月第 1 版

印 次:2018 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:076740-01

|内|容|简|介|

本书知识体系完善、叙述深入浅出，从最简单的编程实例入手，通过大量具有代表性的实例讲述了51单片机C语言编程方法、硬件结构及应用。

全书共分三篇。入门篇主要讲解单片机的基础知识、C语言调试软件Keil的使用方法、C51函数的用法。应用篇讲解了定时计数器和中断的用法，并介绍了一些常用器件的驱动。综合篇则结合一些生产和生活的实例，介绍了实际应用中的单片机系统软硬件设计方法。

本书配有演示文档（PPT）、源程序及其他丰富的相关资料，下载地址为清华大学出版社网站本书页面。

前言

PREFACE

单片机是芯片级的微型计算机系统,具有性价比高、功耗低、易于开发等优点,可以嵌入各种应用系统中,以实现智能化控制。近 20 年来,嵌入式 C 语言的推广普及,片载 Flash 程序存储器及其在系统内可编程(In-System Programming,ISP)和在应用中编程(In-Application Programming,IAP)技术的广泛采用,使得单片机越来越受到广大电子工程师的欢迎。

C 语言是一种编译型程序设计语言,它兼顾了多种高级语言的特点,并具备汇编语言的功能。用 C 语言来编写程序会大大缩短开发周期,可以明显增加程序的可读性,便于改进和扩充。采用 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。本书侧重于实际应用,从单片机的基础知识入手,按照由浅入深、循序渐进的方式,让读者能够快速掌握单片机 C51 的编程方法。

传统的单片机教程都是开篇即介绍大量的单片机软件和硬件知识,这些知识点信息量大、不容易记忆,提高了读者入门的难度。而本书则结合单片机学习板,对于每个知识点都以一边学习、一边编程和调试的方式,让读者在边学边做中增加单片机的学习兴趣,以降低入门难度,使读者快速上手。

本书内容丰富、实用性强、图文并茂,各章内容相对独立,脉络清晰,既方便初学者自学,又方便项目开发人员查阅资料。本书还提供了大量在学习板上已调试通过的程序,软件编排上注意由浅入深,减少重复性,信息量大,内容覆盖面广,程序完善,讲解翔实,特别有利于初学者深入理解 C 语言的编程思路。基于 C 语言的可移植性,这些程序可以直接应用到工程项目的开发中,缩短开发周期。

本书配套资源包括本书全部源程序代码和大量单片机软件开发所需的资料。同时,作者还可提供配套单片机学习板,可帮助读者边学边练,提高单片机开发实践能力,达到使读者快速掌握单片机的目的。

本书内容共分 3 篇,分别为入门篇、应用篇、综合篇,对各篇内容编排及学习建议如下:

入门篇主要讲解单片机和 C51 的基础知识、C 语言调试软件 Keil 的使用方法和 C51 函数的用法。读者对于第 1 章单片机的有关基础知识可以简单了解;第 2 章可以从 2.5 节的“点亮一个发光二极管”开始,学习 Keil 软件的使用方法,包括工程建立、程序的编译、软件的调试,在遇到问题时再回头查询软件具体用法,通过实例快速掌握软件;第 3 章要注意以具体程序分析为主,通过实例深入理解函数的用法。

应用篇讲解了定时计数器和中断的用法,并分章节主要讲解了一些常用器件的驱动,如数码管、LCD、键盘、串行口、温度传感器、时钟芯片等。这些元器件是构成常用单片机系统的器件,掌握好这些器件的用法,对单片机系统设计很有必要。同时,这里也提供了大量经过实际调试通过的程序,基于C语言的可移植性,51单片机项目开发人员可以直接把其中的一些子程序用于自己的项目中,缩短开发周期。

综合篇主要列举了几个基于单片机的系统软硬件设计方法。这些实例综合了前面各章的知识,具有一定代表性。深入学习这些知识,对于单片机爱好者从事单片机开发会很有帮助。

在本书编写过程中参考了大量的51单片机原理及相关著作,在此向这些作者表示感谢!由于编者知识水平和经验有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者给予批评指正。作者的电子邮箱地址为 splyc916@sina.com,您在使用本书过程中遇到任何问题都可进行咨询。

本书由孙鹏主编,同时为编写工作提供帮助的老师还有宋一兵、冯新宇、管殿柱、王献红、李文秋、张忠林、赵景波、曹立文、郭方方、初航等,在此一并感谢。

感谢您选择了本书,希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助,也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

作者

学习建议

SUGGESTIONS

第 1 章

本章主要介绍单片机的硬件和软件基本知识,内容包括什么是单片机、数制和数制转换的方法、51 单片机的引脚功能、单片机的 C51 基础。其中重点是单片机硬件的引脚功能和软件基础,这两部分内容是灵活运用单片机,并进行系统设计的基础。如果读者有一定的单片机基础,建议您跳过这一章,也可以在学习后面各章节知识,或进行单片机系统设计时,把本章知识作为参考资料。

第 2 章

本章主要介绍了如何使用德国 Keil 公司的 Keil μ Vision4 软件进行 51 单片机的软件开发。这里首先介绍 Keil 软件的用法,再通过发光二极管、流水灯这些简单控制任务的实现,使读者在边学边练的过程中,掌握 Keil 软件的用法,熟悉 C51 程序的基本编写方法。

本章重点是在具体程序设计中如何使用 Keil 软件,因此建议读者在学习时可以先从 2.5 节的实例开始,在编译、调试程序的过程中,用到 Keil 软件知识时,边查阅边学习软件用法,对软件的用法理解才会更深入。

第 3 章

本章内容是对 C51 知识点的完整总结,指导读者如何通过 C 语言编程,控制学习板上的流水灯,学习如何灵活运用 C 语言中的运算符、控制语句、数组、指针、预处理。本章内容较多,知识点分散,读者全面掌握有一定难度,但是读者可以通过实例学习,加深对各知识点的理解,在后续章节的学习中再和具体应用有效结合。

第 4 章

本章主要讲解定时器/计数器和中断的结构和工作原理、软件设计方法,这些知识在一些常规的单片机系统(如数码管、键盘等驱动)都要用到,而且经常同时采用,可以说是单片机软件设计的基础,因此读者务必认真学习本章内容。

本章学习中,需要重点掌握定时器/计数器和中断的结构及工作原理、特殊功能寄存器的设置、软件设计方法,这也是本章学习的难点。为了尽快掌握本章重点和难点,读者可结合本章软件实例多做练习,也可按照自己的思路设计软件,加深理解。

第5章

本章主要讲解数码管的静态和动态工作原理和软件编程驱动方法。数码管显示器是单片机系统常用的输出器件,为了今后能顺利开展系统设计,建议读者认真学习本章内容。

本章的学习重点是数码管的软件编程驱动方法;难点是动态显示,针对这部分内容,建议读者先从最简单的程序(如静态显示、两位动态显示)开始调试,再逐步掌握较复杂程序的编程调试。

第6章

本章针对机械触点式按键,主要讲解独立式键盘和矩阵式键盘的工作原理及软件编程实现。按键数量较少时,每个单片机引脚驱动一个按键,就构成独立式键盘;按键数量较多时,用较少的端口,以扫描的方式读取多个按键状态,就构成矩阵式键盘。键盘是单片机系统常用的输入器件,建议读者认真学习本章内容。

本章重点是两种键盘的软件编程驱动方法,难点是矩阵式键盘的驱动,针对这部分内容,读者应该首先认真学习和理解键盘的工作原理,在此基础上读懂本书提供的程序,也可以进一步按自己的思路将部分软件重新设计,达到活学活用的目的。

第7章

本章主要讲解 A/D 和 D/A 转换的工作原理,介绍了一些常用的 A/D 或 D/A 转换芯片以及 A/D 和 D/A 转换的软件编程方法。

本章重点是 A/D 和 D/A 转换的软件编程方法。针对需要进行单片机模拟系统设计的场合,读者可以参考本章内容。

第8章

本章主要讲解串行口的结构和工作原理及方式设置,串行口的硬件和软件设计。通过单片机内部的串行通信口与外部设备进行数据交换,是单片机与外部最常用的通信方式。功能完善一些的智能系统常需要多台仪器协调工作,往往需要解决通信问题,所以读者有必要认真掌握本章内容。

本章重点是串行口的硬件和软件设计,难点是串行口的方式选择和设置,针对这部分内容,读者可以对本章提供的程序认真分析,结合学习板边学边练,也可按自己的思路重新设计软件,加深对知识点的理解。

第9章

本章主要讲解字符型、图形液晶显示器 LCD1602 和 LCD12864 的工作原理及程序设计方法。普通的 LED 数码管只能用来显示数字和简单的字符,如果要显示英文、汉字、图像等相对复杂的内容,必须使用液晶显示器。液晶显示器还具有体积小、重量轻、功耗低等优点,因此在单片机系统中的应用非常广泛,读者需要认真学习本章内容。

本章重点是液晶显示器的软件编程方法,读者在学习时需要认真阅读、理解本章源程序,一些固定的用法可以直接用于有关软件设计中。

第 10 章

本章主要讲解了 EEPROM、时钟芯片、温度传感器、红外检测、点阵显示器等,组成单片机系统典型器件的工作原理及软件设计方法。这些器件都是单片机系统设计中常用的,具有一定代表性。通过学习本章知识,读者可以掌握这些常用器件的驱动方法,为单片机应用系统开发提供参考。

本章重点是常用芯片的软件驱动方法。

第 11 章

本章综合运用前面学习的知识,进行一些功能相对完善的单片机系统设计,如电子琴、计数器、报警器、交通灯的设计。这些系统功能相对独立,贴近生产生活实际,掌握这些系统的设计方法,可以为读者积累单片机系统设计的经验,读者也可以把本章学习到的系统进一步改进,应用到一些功能相近的系统设计中。

目录

CONTENTS

入门篇

第 1 章 基础知识	3
1.1 什么是单片机	3
1.2 如何学好单片机	3
1.3 单片机中的数制和数制转换	4
1.3.1 单片机的数制.....	4
1.3.2 不同数制之间的转换.....	5
1.4 二进制的逻辑运算	7
1.5 单片机中的常用编码	8
1.6 单片机的引脚功能.....	10
1.7 单片机的 C51 基础	12
1.7.1 C 语言的突出优点	12
1.7.2 语言程序的基本结构	13
1.7.3 数据类型	14
1.7.4 C51 中的运算符	16
1.7.5 C51 中的函数	19
思考题	20
本章小结	20
第 2 章 Keil 软件使用方法	21
2.1 Keil μ Vision4 的工作界面	21
2.2 Keil μ Vision4 的菜单栏	22
2.3 Keil 工程的建立	29
2.4 Keil 程序的调试	33
2.4.1 启动执行菜单	33
2.4.2 调试步骤与事项	35

2.4.3	调试窗口介绍	36
2.5	点亮一个发光二极管	39
2.5.1	原地踏步指令的应用	44
2.5.2	延时程序设计	44
2.6	流水灯的控制	49
2.6.1	延时子程序的应用	49
2.6.2	移位指令的应用	51
2.6.3	循环移位指令的应用	53
	思考题	55
	本章小结	55

应 用 篇

第3章	单片机C语言开发基础	59
3.1	运算符的应用	59
3.2	C语言的语句	63
3.2.1	if 语句	64
3.2.2	switch...case 多分支选择语句	65
3.2.3	do...while 循环语句	67
3.3	C语言的数组	68
3.3.1	一维数组	68
3.3.2	二维数组	69
3.3.3	字符数组	70
3.3.4	数组的应用	70
3.3.5	数组作为函数参数	71
3.4	C语言的指针	72
3.4.1	指针的定义和引用	73
3.4.2	指针的应用	75
3.4.3	指针作函数参数的应用	76
3.4.4	函数型指针的应用	77
3.5	C语言的编译预处理	78
	思考题	82
	本章小结	82
第4章	单片机的定时器/计数器和中断	83
4.1	单片机的定时器/计数器	83

4.1.1	基本概念	83
4.1.2	结构及工作原理	84
4.1.3	控制寄存器与功能设置	85
4.2	单片机的中断	89
4.2.1	基本概念	89
4.2.2	中断系统的结构及控制	91
4.3	定时器/计数器和中断的应用	95
	思考题	102
	本章小结	102
第5章	数码管的显示及驱动	103
5.1	数码管显示原理	103
5.2	数码管的静态和动态显示	105
5.3	数码管显示的编程实现	109
5.4	数码管计时显示的实现	112
	思考题	119
	本章小结	119
第6章	键盘接口技术	120
6.1	独立式键盘	120
6.1.1	工作原理	120
6.1.2	独立式键盘的编程实现	122
6.2	矩阵式键盘	129
6.2.1	工作原理	129
6.2.2	矩阵式键盘的编程实现	130
	思考题	136
	本章小结	137
第7章	A/D和D/A的应用	138
7.1	D/A转换器的工作原理与性能指标	139
7.2	A/D转换器的工作原理与性能指标	141
7.3	XPT2046芯片功能	142
7.4	D/A转换器DAC0832	145
7.5	A/D和D/A转换的实现方法	146
7.6	A/D转换的编程	151
7.7	D/A转换的编程	154

思考题·····	157
本章小结·····	157
第 8 章 串行口的应用 ·····	158
8.1 基本概念·····	158
8.2 串行口的结构·····	159
8.3 串行口控制寄存器·····	160
8.4 工作方式与波特率设置·····	161
8.5 串行通信的实现·····	169
8.5.1 硬件实现·····	169
8.5.2 软件实现·····	171
思考题·····	179
本章小结·····	179
第 9 章 液晶显示器的驱动 ·····	180
9.1 字符型 LCD1602 的工作原理·····	180
9.2 LCD1602 的软件编程实现·····	185
9.3 图形 LCD12864 工作原理·····	191
9.4 LCD12864 的软件编程实现·····	194
思考题·····	197
本章小结·····	197
第 10 章 常用功能器件的应用 ·····	198
10.1 IIC 总线 AT24C02 芯片的应用·····	198
10.1.1 AT24C02 的工作原理·····	198
10.1.2 AT24C02 的编程应用·····	202
10.2 DS1302 时钟芯片的应用·····	207
10.2.1 DS1302 时钟芯片的工作原理·····	207
10.2.2 DS1302 的编程应用·····	210
10.3 温度传感器 DS18B20 的应用·····	217
10.3.1 DS18B20 的工作原理·····	217
10.3.2 DS18B20 的编程实现·····	222
10.4 红外检测的应用·····	230
10.4.1 红外检测原理·····	230
10.4.2 红外检测的软件编程实现·····	233
10.5 LED 点阵显示的应用·····	236

10.5.1 LED点阵显示原理	236
10.5.2 LED点阵显示的编程实现	237
思考题	239
本章小结	240
综 合 篇	
第 11 章 综合应用设计	243
11.1 电子琴的设计	243
11.1.1 电子琴工作原理	243
11.1.2 软件设计	245
11.2 带闹铃的电子万年历设计	247
11.3 温控器设计	257
11.4 一氧化碳浓度报警器设计	266
11.4.1 硬件选型	267
11.4.2 报警器电路设计	269
11.4.3 报警器软件设计	270
11.5 比赛计分器的设计	276
11.5.1 计分器的硬件设计	276
11.5.2 计分器的软件设计	278
11.6 十字路口交通灯模拟控制	284
11.6.1 设计任务分析	284
11.6.2 交通灯软件设计	286
本章小结	291
附录：学习板说明	292
参考文献	294

入门篇



本篇主要针对初学者介绍单片机的基础知识以及单片机调试和仿真软件 Keil 的使用方法；对于单片机 C 语言，通过编程实例介绍了数据类型、运算符、语句、数组、指针和函数。

针对初学者，本篇十分重要。通过学习第 1 章，对单片机和单片机的学习方法有一个总体的了解；其次，单片机的软件设计离不开程序的仿真和调试，所以第 2 章介绍了单片机调试和仿真软件 Keil 的用法，在这一章里读者将通过简单的实例——点亮一个发光二极管、流水灯的控制——在边学边练中掌握该软件的用法；第 3 章内容覆盖了 C 语言设计的各个方面，对每个知识点都结合编程实例讲解，使初学者在 C 语言软件设计中，通过解决实际问题加深理解。

本篇不仅可供初学者入门阅读，也可供有一定基础的单片机开发者作为设计资料用。其中第 2 章的内容可供读者查阅 Keil 软件的用法，第 3 章可供读者查阅单片机 C 语言的数据类型、运算符、语句、数组、指针和函数的用法。

第 1 章



基础知识

本章有助于单片机初学者对单片机的了解,内容涉及单片机的硬件和软件基本知识,读者在阅读中可能会遇到较多专业词汇,这些内容在后面的章节中会逐步展开。

1.1 什么是单片机

单片机属于一种特殊的计算机,把一台计算机的许多功能集成到了一块芯片里,包括计算机的微处理器、存储器和各种输入、输出接口芯片。同时它又只是为控制目的而应用的,我们可以通过学习掌握单片机的编程语言,实现和它的对话,通过编写不同的程序,让它能够按照我们的想法从各个引脚上发出不同的高、低电平信号,完成不同的输入、输出控制要求,代替人完成各种智能控制任务。

在单片机更专业的定义中,认为它是一种集成电路芯片,是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统,在工业控制领域有广泛应用。其中涉及许多专业术语,初学者不易懂,但大家可以从阅读本书开始,由浅入深地进入单片机的世界,逐步掌握这些专业术语,体会智能控制的乐趣。

本书主要讲解目前国内外广泛应用的 51 内核单片机,即各种资料中所说的 51 单片机,由于它应用广泛,所以硬件、软件资料也相当丰富,使用它可以降低我们系统设计的难度。世界上不同国家有多个芯片厂商,生产 51 单片机的厂商也比较多。51 单片机的原理,与其他内核的单片机原理基本相同,掌握好了 51 单片机的设计方法,其他内核单片机也都不难掌握了。

1.2 如何学好单片机

对于单片机的初学者来说,学习的方法和途径非常重要。如果按照传统教材的教学模式,先介绍硬件结构,再介绍指令、软件编程,最后介绍单片机接口技术、应用实例,把难懂的硬件结构原理和枯燥的汇编指令放在最前面学,会使读者在还没入门的时候就对单片机失