

业内知名高校教师、企业专家与媒体人士联袂推荐的“立体化”教材！

集基础知识、模块化编程、库函数、操作系统、电路板设计、视频教程、教学课件和技术支持于一体的“单片机百科全书”！

STC公司大学计划推荐教材！

20章教学课件 | 100个实例代码 | 2000分钟教学视频

软件与硬件完全公开的四轴飞行器解决方案

清华

开发者书库



STC15 MCU Developing
MCS-51, Four Axis Aircraft and Excellent Products

STC15单片机实战指南 (C语言版)

从51单片机DIY、四轴飞行器
到优秀产品设计

刘平 刘钊◎编著

LiuPing LiuZhao

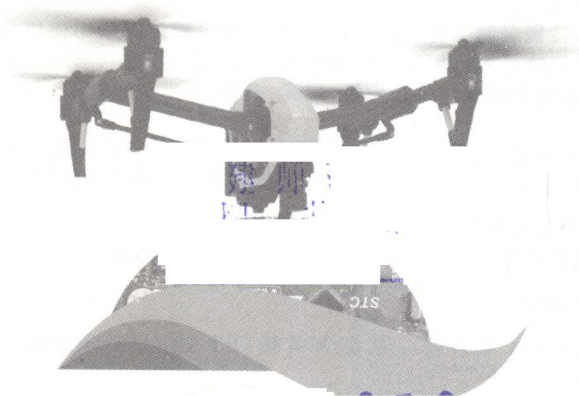
EDN China (电子技术设计) 博客专家 | Moore8 (摩尔吧) 金牌讲师
China AET (电子技术应用) 网络名师 | Elecfans (电子发烧友) 社区之星

清华大学出版社



清华

开发者书库



STC15 MCU Developing
MCS-51, Four Axis Aircraft and Excellent Products

STC15单片机实战指南 (C语言版)

从51单片机DIY、四轴飞行器
到优秀产品设计

刘平 刘钊◎编著

LiuF

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从工程实践的角度出发,整理了作者在单片机学习、实践中的大量经验,旨在引领读者熟练应用STC公司最新的单片机。本书共20章,内容由浅入深,由点到面:首先,从最基本的概念、开发工具入手,引领读者走进单片机的大门,深入浅出地学习STC15单片机内部资源(如定时器、中断、串口)和经典外围电路(如LED、数码管、按键、液晶、点阵、EEPROM、温度传感器、时钟、红外线解码、收音机、触摸按键、A/D、D/A),以及一些C语言和基础电路的知识;其次,扩展了一些工程中常用的知识点,如模块化编程、PCB、实时操作系统等;最后,以两个工程项目为例,手把手教大家如何DIY一个属于自己的“神器”——四轴飞行器,飞出单片机的大门。

为了方便读者学习,特别录制了配书视频,同时所有的工程源码采用模块化编程,后面章节的程序,更是引入库函数的概念,并且这些源码可直接移植到以后的工作项目中,帮助读者快速由初学者进阶到高手的行列。本书还提供与之配套的单片机开发板,视频、书籍、开发板三合一,真正做到理论、实践相结合,达到事半功倍的效果。

本书适合刚接触单片机的初学者自学,也可作为高等院校电子工程等相关专业的单片机教材和学生进行课程设计、毕业设计、电子竞技等的参考用书,以及电子工程技术人员的工程用书。

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

STC15 单片机实战指南(C语言版):从51单片机DIY、四轴飞行器到优秀产品设计/刘平,刘钊编著.
--北京:清华大学出版社,2016
(清华开发者书库)
ISBN 978-7-302-43658-4

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第084782号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:沈露

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:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm 印 张:34.75

字 数:776千字

版 次:2016年9月第1版

印 次:2016年9月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:59.80元

产品编号:064627-01

学习说明

Study Shows

为便于读者迅速学习,高效动手实践,作者精心制作了大量配书学习资料。这些资料包括:

- (1) 全部教学视频;
- (2) 全部案例源码;
- (3) 全部教学课件;
- (4) 电路原理图;
- (5) 作者的单片机学习历程;
- (6) 单片机开发必须的工具软件;
- (7) Altium Designer 15 的常用封装库;
- (8) STC 单片机官方文档。

学习资料下载地址是 <http://pan.baidu.com/s/1hs13AD2>, 下载密码可通过电子邮件向作者索取。

注意: 为了不断更新学习资料,作者将配书光盘改成了网络下载;其中教学课件及案例源码仅限购买本书读者学习使用,不得以任何方式传播!

技术支持

QQ 学习交流群: 143406243(验证信息: 刘平)

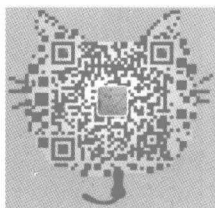
作者电子邮件: xymbmcu@163.com

技术学习: 电子工程师基地(www.ieeBase.net)

配套开发板: FSST15 开发板及配件购买网址: <http://fsmcu.taobao.com/>



飞天淘宝二维码



作者微信二维码

赞誉

REVIEWS

《STC15 单片机实战指南(C语言版)》一书,倾注了作者在单片机研究使用方面多年的体会和心得,可以看作一本关于 STC 单片机的实用手册。其海量的开源例程、代码或电路,对初学者或者相关行业工程师均具有一定的参考价值。

——白仲明 西北民族大学电气工程学院副院长

这是一本讲如何玩转单片机的书。书的最大特点一是通俗易懂,二是简单实用。我们很多人对 C 语言是非常熟练,但一到工程应用时就问题多多。这本书由软件到硬件、由理论到应用做了很好地沟通。玩中带学,玩以致用,真是玩转了单片机。

——张生果 教授,清华大学博士

作为资深的嵌入式系统开发工程师,作者以其极为丰富的实战开发经验,凝聚成这本引导单片机工程师从“学徒”成为“高手”的宝典。本书从单片机控制开发实例入手,对于底层硬件资源、嵌入式操作系统和 C 语言编程的知识不断“抽丝剥茧”,步步为营,最终深入到高级单片机应用阶段。本书摒弃令人望而生畏的传统讲述方式,转而以“解决实际问题”的实践先导为抓手,为单片机开发的初学者和中级人员快速提升为高级开发者提供了很好的经验参考。

——于寅虎 《电子技术应用》总编

很偶然的机会在咱们电子发烧友论坛上接触到刘平,我们邀请他做了一期社区之星的专访,通过采访和后续的合作深入了解到他是一个全身心投入到电子行业的追梦人!他与单片机度过了无数个日日夜夜,也就有了这本《STC15 单片机实战指南(C语言版)》。很荣幸有机会阅读了样章,可以感受得出来,该书作者是真正用“心”在撰写的,作者是站在初学者和当前工程需要的角度上面分享总结自己多年的学习经验,并且结合工程项目实例进行分析讲解,书的内容很丰富、结构清晰明了,完全能满足市场大众的学习需求,更能让读者将理论和工程实际结合起来。希望读者能与作者牵手,一起以“玩”的方式学会单片机,并“玩”好单片机。

——陈晨 电子发烧友推广部经理

8051 相关的书,市面上已经非常丰富了,大多是讲 C 语言以及 8051 的数据手册。有幸读到这本书的样章,受益颇多,全书由浅入深,由局部到项目,以 STC15 为主体穿插 C 语言,完美地将二者融合在一起,从 LED、GPIO、电容按键等基本片内外设,到 IIC、SPI 等协议,再到 RTX51 实时操作系统及 PCB 的制作。书中借助 51 为载体,传递出更多的是一种编程的

思想,以及项目开发的经验,是一本嵌入式入门和提高的好书。

——顾天任 云汉电子社区经理

从“会考试”到“能做事”之间其实是有一道鸿沟的,但本书恰好就是这么一座能帮助工程师们轻松跨越这道鸿沟的桥梁。在单片机开发这条路上,能有一位具备深厚开发经验的前辈深入浅出地分享开发实战经验,一定会帮助工程师更加游刃有余地进行自己的开发工作。作者“残弈悟恩”是 EDN China 上一位知名博主,曾获 2015 年度“EDN China 创新奖”的最受欢迎博主奖。希望本书能对读者的开发工作带来切身有益的帮助。

——赵娟 EDN China 主编

第一次见到刘工是在上海参加 EDN China 的创新博主颁奖典礼上,在和刘工的交谈中,深刻感受到他就是那种很平凡、低调,但又务实,有自己想法的人。有感此行,回来之后特意翻读了其在 EDN China 上发布的本书稿件,发现此书更加展现了作者务实严谨的风格,从一个工程师的角度对每一个章节,从知识点到项目经验,一一细说。可以说,这本书对于初学者以及工程师都是很好的学习和参考资料。

——梅雪松 电子发烧友论坛资深版主

随着器件的发展,本书是小刘老师继《深入浅出玩转 51 单片机》后,多年来又一匠心力作;作为多年来跟随小刘老师的学生,本书的最大特点就是以俏皮的文风、实际项目为依托,系统地介绍 STC15 的具体“玩法”;书中对于 STC15 软、硬件的基础内容都有较为详细的介绍,甚至手把手、一行行地教你写代码,特别适合初学者;再结合小刘老师亲自研制的 STC15 开发板、高清视频教程、ieebase 论坛、QQ 交流群,与小刘老师直接交流,极大地提升了学习的效率和成就感。作为受益者,我特别推荐单片机爱好者、相关行业工程师可将此书作为基础工具书来进行参考、学习。

——王斌 西安俊创电力科技有限公司总经理

前言

PREFACE

曾几何时,我也怀揣梦想,踏进大学校园,以为自己会在相对开放的环境里有所作为,而现实的挫败感,让我开始漫无目的,找不到人生的方向。一次沉重的打击加上一个偶然的机
会,让我结识了单片机,也就是从那时起,我便与单片机结下了不解之缘,好似遇到真爱,从
此便放不下、离不开,为了它通宵达旦,废寝忘食……

如今,我已不再那般年轻,然而回想起与单片机牵手的那些年,心头依然会浮起满满的
幸福。有人说,梦想就是一种让你感到坚持就是幸福的东西。从与单片机的相识、相知,再
到相伴,我是幸福的,此刻,也想把这种幸福传递给每位读者,并且感谢读者们选择了本书,
或许若干年之后,读者们也会和我一样,当回想起那些坚持与相伴,便会幸福,也会感激曾经
奋斗的自己。

单片机技术,比起当今流行的 ARM、DSP、FPGA 显得有些“逊色”,而且随着物联网的
发展,特别是智能硬件的普及,单片机已经被集成到了某些蓝牙芯片内部,但其应用的广泛
性并不亚于 ARM、DSP、FPGA 应用的总和。读者不要相信“学单片机没有技术含量”,“单
片机已过时”,“学完单片机对以后找工作无帮助”这样的话,更不要把单片机和金钱画等号,
要坚信,有些单片机的设计,值得用一生去追求。

时至今日,书已成型。数月的写作,不仅是一段经历,更是一次突破。这期间包含了太
多的辛酸、喜悦和成长的感悟。辛酸的是有时一连几周没有休息日,有时晚上 2、3 点还在写
稿,写着、写着就趴在桌子上睡着了,有时甚至会焚膏继晷、通宵达旦;喜悦的是能得到亲
人、朋友、网友们的支持和对本书的关注,书虽未出版,但电子版已得到好多专业人士和网友
的肯定;成长的感悟是做事要逼自己一把,但合理的时间规划必须得有,否则会很累,工作
很重要,但身体更重要。因为身体就好比数字 1,其他的,如房子、车子、票子、地位、名誉等
都是数字 0,只有 1 在时,后面的 0 才有意义,1 不在时,再多的 0 还是 0。像我这样经常熬
夜,对身体的摧残是不可逆的,借此机会,向读者们说声:奋斗的同时,别忘了锻炼身体。

本书书名

《STC15 单片机实战指南(C 语言版)》,表达本书注重实战的特点。每个人,刚开始学
习单片机时,都会感觉有些困难,所以本书刚开始讲解时尽量会通俗易懂,让读者能尽快入
门,但想成为高手,不是一夕而就的,单片机的学习更没有捷径可走,需要读者花费大量的时
间和精力。正如本书的学习,也需要读者掌握本书的所有例程,并能自行编写、调试程序,才

能为制作四轴飞行器夯实基础。

本书目的

本书的目的是让那些对单片机既有兴趣,又能坚持的人把单片机当作一个友好助人、易于使用、便于自学的助手。为了达到这个目标,本书采用了以下策略:

(1) 尽量使用通俗易懂的语言讲述,有时也会特意用一些口语化的语言阐述问题,而不是死磕概念,这样更能与读者产生共鸣。

(2) 对于用语言、文字难以阐述的概念,会采用图表的形式来陈述清楚。图表可以刺激人的潜意识,世界潜能大师崔西就说过:“潜意识是显意识力量的3万倍以上”。

(3) 采用化整为零的方法,将枯燥、无味的知识分解成小部分,再一点一滴地向读者讲解。

(4) 对于难理解、难记忆的知识点,多会采用举例的方式,这样易于读者理解、记忆。

本书内容

本书分为入门篇、初级篇、中级篇、高级篇四部分内容,具体内容介绍如下。

(1) 入门篇包括第1~2章。第1章主要介绍了单片机的概念及其应用,分享了“玩”单片机的方法和经验;第2章主要介绍了“玩”单片机需要的物质准备,包括硬件和软件。

(2) 初级篇包括第3~11章。该篇以笔者自己开发的FSST15开发板为硬件平台,由浅入深地带领读者从点亮一个LED的实例开始,经数码管、蜂鸣器、按键、液晶、LED点阵等外设,再经单片机内部资源,如定时器、中断、串口等,让读者彻底精通单片机,精通外设资源。同时,每章还穿插了C语言和基础电路知识,让读者重拾单片机基本编程的基础。在此过程中,用通俗易懂的语言、大量的实例、各个击破的方式,让读者边做实验、边掌握单片机的理论知识。

(3) 中级篇包括第12~17章。第12~15章在初级篇的基础上,增加了库函数、I2C协议、PWM、D/A、A/D、红外编解码等实际中常用的知识点,为以后做项目打下坚实的基础;第16章讲述了实时操作系统——RTX51 Tiny,让读者从一开始“玩”单片机,就对操作系统的概念有个深入的理解,以便为以后学习Linux、winCE等操作系统夯实基础;第17章讲述了硬件设计中很重要的一个知识点——PCB的设计,以现阶段流行的Altium Designer 15、PADS 9.5软件为例,一步步讲解元件的封装、原理图的设计、PCB的绘制。

(4) 高级篇包括第18~20章。第18章主要讲述串口的扩展应用,在此基础上,以FSST15开发板上经典的一键下载电路为例,讲述了串口的应用和编程,以及电路设计;第19章主要讲述项目的大致开发流程,然后以多功能收音机项目为例,讲述了项目的整个开发流程和编程特点;第20章讲述了控制中最常用的PID算法,以及如何DIY一架四轴飞行器,这样做的目的,就是为了让读者能将所学的知识熟练地应用到实际中,真正做到基于基础、高于理论、着眼于应用。

致谢

在本书的编写过程中,无论是例程的编写,还是电路的设计,都得到了刘钊工程师的大力支持和协助。我们认识于“虚拟”的网络世界,但他肯吃苦、肯钻研、默默奉献的精神,给我带来正能量让“虚拟”变为真实,在此由衷地表示感谢。

感谢为书中四轴飞行器的设计提供帮助的哈尔滨理工大学刘一桐同学。刘一桐同学在制作飞行器方面有着比较丰富的经验,其扎实的理论基础和出色的动手能力为书中飞行器的设计提供了稳定有效的解决方案。在研究技术的过程中,他提出了许多宝贵的意见,并且开放了其开发的四轴飞行器源码,这是一段难忘的经历。

感谢为本书提供技术资料的 STC 公司的销售总监陶敏敏女士,以及对本书各方面工作提供帮助的贺荣、杜邦安、崔健等工程师。

感谢 ChinaAET 网站主任木易姐,是她的穿针引线,让笔者和清华大学出版社有了宝贵的合作机会,认识了出版社盛东亮先生。正是有了他们的帮助,才让我坚定信心写完了这本与众不同的作品。

谨以此书,献给我身边的每个亲人、朋友、兄弟、网友,若没有他们的支持,绝对不可能有此书的出版。

有人说电影是一门遗憾的艺术,因为在编辑完成之后总能或多或少地发现一些本来可以做得更好的地方,写书同样如此。由于作者技术水平有限,加之时间紧迫,书中疏漏之处在所难免,恳请各位读者批评指正。读者可就本书的问题到电子工程基地论坛发帖、交流,也可以直接发邮件至: xybmcu@163.com,联系作者。

刘平(网名:残弈悟恩)

目录

CONTENTS

学习说明	1
赞誉	3
前言	5

第一部分 入门篇

第 1 章 藉马歇门,踏神圣路:迈进 STC15 单片机的大门	3
1.1 单片机概述	3
1.1.1 单片机厂家简介	4
1.1.2 STC15 单片机简述	5
1.2 为何要学习 STC15 单片机	8
1.3 如何玩转单片机	9
1.3.1 做有准备的人	9
1.3.2 经验分享	13
第 2 章 欲善其事,必利其器:软硬件平台的搭建和使用	15
2.1 硬件平台——FSST15 开发板	15
2.1.1 FSST15 开发板功能框图	15
2.1.2 FSST15 开发板基本配置	16
2.2 开发环境——Keil μ Vision5	17
2.2.1 Keil μ Vision5 的安装	18
2.2.2 Keil μ Vision5 中的工程创建过程	20
2.3 我的第一个程序——点亮 LED	28
2.4 辅助开发工具	28
2.4.1 CH340 驱动的安装	28
2.4.2 单片机编程软件——STC-ISP	29
2.5 课后学习	30

第二部分 初级篇

第3章 端倪初现,小试牛刀:基本元器件与LED	33
3.1 电阻的应用概述	33
3.1.1 初识电阻	33
3.1.2 电流与电阻的关系	34
3.2 电容的应用概述	36
3.2.1 初识电容	36
3.2.2 电容的用途	36
3.2.3 实例解说储能和滤波	37
3.3 二极管的应用概述	40
3.3.1 二极管的特性	40
3.3.2 二极管的应用	42
3.3.3 发光二极管	43
3.4 三极管应用概述及使用误区	44
3.4.1 三极管的基本开关电路	44
3.4.2 开关三极管的使用误区	46
3.5 MOS管的应用概述	48
3.5.1 MOS管基础	49
3.5.2 MOS管的应用	50
3.6 运算放大器的基本应用	51
3.6.1 负反馈	51
3.6.2 同相放大电路	51
3.6.3 反相放大电路	52
3.7 STC15系列单片机的I/O口概述	52
3.7.1 I/O口的工作模式及配置	52
3.7.2 I/O口各种不同的工作模式结构框图	53
3.8 LED的原理解析	55
3.8.1 LED的原理说明	55
3.8.2 LED的硬件电路	55
3.9 LED的应用实例	56
3.9.1 LED闪烁实例	57
3.9.2 LED跑马灯实例	58
3.9.3 LED流水灯实例	60
3.10 课后学习	62

第 4 章 排兵布阵,步步扣杀:模块化编程	63
4.1 夯实基础——数值的换算以及逻辑运算	63
4.1.1 各进制之间的换算关系	63
4.1.2 数字电路和 C 语言中的逻辑运算	64
4.2 简述单片机的开发流程	66
4.3 Keil5 的进阶应用——建模	67
4.4 单片机的模块化编程	71
4.4.1 模块化编程的说明	71
4.4.2 用实践解释	71
4.5 模块化编程的应用实例	75
4.6 课后学习	79
第 5 章 点段融合,一气呵成:C 语言的编程规范与数码管的应用	80
5.1 夯实基础——C 语言的编程规范	80
5.1.1 程序的排版	81
5.1.2 程序的注释	81
5.2 基于 STC15 的单片机最小系统	82
5.2.1 电源	82
5.2.2 晶体振荡电路(晶振)	85
5.2.3 复位电路	86
5.2.4 程序下载电路	87
5.3 数码管的原理解析	88
5.3.1 数码管的原理说明	88
5.3.2 数码管的硬件电路设计	89
5.3.3 知识拓展——74HC595	90
5.3.4 数码管的真值表与基本的编程实例	92
5.4 数码管的应用实例	94
5.4.1 数码管的静态显示例程	94
5.4.2 数码管的动态显示实例	96
5.5 课后学习	98
第 6 章 审时度势,伺机而动:C 语言的数据类型与定时器的应用	99
6.1 夯实基础——C 语言的数据类型	99
6.1.1 变量与常量	99
6.1.2 变量的作用域	100

6.1.3	变量的存储类别	101
6.1.4	变量的命名规则	102
6.2	STC15单片机的内部结构	103
6.2.1	STC15单片机的内部结构	103
6.2.2	中央处理器(CPU)	104
6.2.3	只读存储器(ROM)和随机存储器(RAM)	105
6.2.4	IAP15W4K58S4单片机的存储结构	107
6.3	STC15单片机的定时器/计数器	108
6.3.1	学习定时器/计数器之前的说明	109
6.3.2	定时器/计数器T0、T1的寄存器	110
6.3.3	定时器/计数器T0、T1的工作模式	112
6.3.4	定时器的简单应用实例和初始化步骤总结	113
6.4	IAP15W4K58S4单片机的可编程时钟输出	115
6.5	定时器和时钟输出应用实例	117
6.5.1	数码管的静态显示例程(定时器)	117
6.5.2	可编程时钟输出例程	118
6.6	课后学习	119
第7章	当断不断,反受其乱: C语言的条件判断语句与中断系统	120
7.1	夯实基础——C语言的条件判断语句	120
7.1.1	if...else语句	120
7.1.2	switch...case语句	122
7.2	单片机省电模式和看门狗的应用	122
7.2.1	省电模式	122
7.2.2	看门狗	124
7.2.3	LED灯闪烁是因为“狗”饿了	125
7.2.4	要让系统运行正常必须实时“喂狗”	126
7.3	单片机的中断系统	126
7.3.1	单片机中断的产生背景和响应过程	127
7.3.2	单片机中断系统的框架和中断源	127
7.3.3	单片机中断系统的寄存器	131
7.3.4	简单中断应用实例及与中断函数有关的知识点	132
7.3.5	中断系统的优先级	135
7.4	中断系统的应用实例	138
7.4.1	数码管动态显示的基本应用实例	138
7.4.2	数码管动态刷新的改进与消影	140

7.5 课后学习	143
第 8 章 举一反三,一呼百应: C 语言的循环语句与串口的应用	144
8.1 夯实基础——C 语言的循环语句	144
8.1.1 while 循环	144
8.1.2 do...while 循环	144
8.1.3 for 循环	145
8.2 通信接口模块	146
8.2.1 通信接口的基本分类	146
8.2.2 串行通信概述	147
8.3 IAP15W4K58S4 单片机的串行接口	150
8.3.1 与串行通信相关的基本寄存器	150
8.3.2 串口 1 的工作模式	153
8.3.3 串口 1 工作模式 1 的波特率计算	155
8.3.4 串口 1 的应用实例	156
8.4 RS-232 通信接口概述	159
8.4.1 RS-232C 串口通信标准与接口定义	159
8.4.2 RS-232C 通信接口的电平转换	160
8.5 USB 转串口通信	162
8.6 通过串口实现数据互传的应用实例	163
8.7 课后学习	168
第 9 章 稳扎稳打,步步为营: C 语言的数组、字符串与按键的应用	169
9.1 夯实基础——C 语言的数组、字符串	169
9.1.1 数组	169
9.1.2 字符串	170
9.2 IAP15W4K58S4 单片机的可编程计数器阵列	171
9.2.1 CCP/PCA/PWM 内部结构概述	171
9.2.2 CCP/PCA/PWM 的捕获模式应用实例	172
9.2.3 CCP/PCA/PWM 的 16 位软件定时器模式应用实例	173
9.2.4 CCP/PCA/PWM 的高速脉冲输出模式应用实例	174
9.3 按键的处理方法	174
9.3.1 独立按键介绍	174
9.3.2 矩阵按键的组成	175
9.3.3 触摸按键概述	176
9.3.4 A/D 采样方式的按键	177

9.4	独立按键扫描方法及消抖原理	178
9.4.1	独立按键的扫描方法	178
9.4.2	键盘消抖的基本原理	179
9.4.3	带消抖的按键应用程序	180
9.5	矩阵按键的扫描方法和状态机	181
9.5.1	矩阵按键的扫描方法	181
9.5.2	状态机概述	182
9.5.3	状态机法的按键检测	183
9.5.4	基于状态机的独立按键扫描法	184
9.6	按键扫描的应用实例	188
9.6.1	行扫描法的矩阵按键应用实例	189
9.6.2	高低电平翻转法的矩阵按键应用实例	193
9.6.3	基于状态机的矩阵按键应用实例	194
9.7	课后学习	195
第 10 章	包罗万象, 森然洞天: C 语言的函数与液晶的基本应用	196
10.1	夯实基础——C 语言的函数	196
10.1.1	函数的定义和应用	196
10.1.2	函数的分类及命名规则	196
10.2	Keil5 的软件仿真、硬件仿真及延时	198
10.2.1	基于 Keil5 的软件仿真应用实例	199
10.2.2	软件仿真与延时	203
10.2.3	基于 Keil5 与 IAP 系列单片机的硬件仿真应用实例	204
10.3	1602 液晶的应用概述	206
10.3.1	1602 液晶模组和电路设计	206
10.3.2	1602 液晶的控制指令和时序图	208
10.3.3	1602 液晶的基本应用实例	212
10.4	1602 液晶的应用实例	215
10.4.1	1602 液晶移屏指令	215
10.4.2	液晶 CGRAM 的操作实例	216
10.4.3	串口和 1602 液晶的综合应用实例	218
10.5	课后学习	226
第 11 章	沙场点兵, 见风使舵: C 语言的指针与 LED 点阵屏的应用	227
11.1	夯实基础——C 语言的指针	227
11.1.1	指针的基本用法	227

11.1.2	指针与数组	228
11.1.3	指针与函数	230
11.2	同步串行外围接口(SPI)的应用概述	231
11.2.1	SPI 介绍	231
11.2.2	单片机内部 SPI 的寄存器	232
11.2.3	SPI 的数据通信方式与时序图	234
11.2.4	SPI 的应用模式与串行 Flash 的应用实例	236
11.3	LED 点阵屏的原理及应用	237
11.3.1	LED 点阵屏的内部原理	237
11.3.2	LED 点阵屏的硬件电路设计	238
11.3.3	LED 点阵屏的基本显示实例	239
11.4	LED 点阵屏的应用实例	241
11.4.1	通过移屏方式显示字符——I♥U	241
11.4.2	LED 点阵屏的移屏简易算法	246
11.5	课后学习	251

第三部分 中 级 篇

第 12 章	一脉相承,本源同宗: I2C 总线与库开发	255
12.1	I2C 总线的通信协议	255
12.1.1	对 I2C 总线的初步认识	255
12.1.2	I2C 总线的时序格式	257
12.2	AT24C02 的基本应用	259
12.2.1	AT24C02 的简述和硬件电路设计	259
12.2.2	AT24C02 的通信协议与时序图	260
12.2.3	基于 AT24C02 的 I2C 总线协议与软件分析	263
12.3	复合数据类型	268
12.3.1	结构体	268
12.3.2	枚举	270
12.3.3	typedef 关键字的应用	271
12.4	STC15 系列单片机内部 E ² PROM 的应用	272
12.4.1	与单片机内部 E ² PROM 有关的寄存器	272
12.4.2	单片机内部 E ² PROM 的应用实例	274
12.5	库函数与应用实例	274
12.5.1	STC15 系列库函数	274
12.5.2	库函数的应用实例	278

12.6	课后学习	290
第 13 章	重峦叠嶂,矩阵方形: PWM 的初步认识与相关应用	291
13.1	PWM 的初步认识	291
13.2	利用可编程计数阵列产生 PWM	292
13.2.1	脉宽调制模式(PWM)	293
13.2.2	利用 CCP/PCA 输出 PWM 的应用实例	294
13.2.3	利用 CCP/PCA 高速脉冲输出功能实现两路 PWM	296
13.2.4	用 T0 输出 PWM	300
13.3	增强型高精度 PWM 的基本应用	304
13.3.1	与高精度 PWM 相关的功能寄存器	304
13.3.2	蜂鸣器和 PWM 的应用实例	307
13.3.3	LED 灯和 PWM 的应用实例	308
13.4	常用的电动机驱动方式	310
13.4.1	对电动机驱动芯片 L298 的初步认识	310
13.4.2	H 桥驱动电路简介	312
13.5	三种常用电动机的驱动方法	312
13.5.1	直流电动机	312
13.5.2	简易步进电动机及其应用	313
13.5.3	舵机的基本操作实例	317
13.6	课后学习	321
第 14 章	亦步亦趋,咫尺天涯: 数模(D/A)与模数(A/D)的转换	322
14.1	D/A 和 A/D 转换的初步介绍	322
14.1.1	D/A 转换原理	322
14.1.2	A/D 转换原理	325
14.2	STC15 单片机内部的 ADC	330
14.2.1	STC15 系列单片机内部 ADC 的结构	330
14.2.2	与 ADC 有关的寄存器	332
14.2.3	ADC 的简单应用实例	334
14.3	基于 ADC 的独立按键检测	339
14.4	电容感应式触摸按键(PWM+ADC)	340
14.5	基于 PWM 与 RC 滤波器的 SPWM	345
14.6	课后学习	351