潘晓宁　朱耀东　编著

单片机程序设计实践教程

清华大学出版社

单片机程序设计实践教程

潘晓宁　朱耀东　编著

清华大学出版社
北京

内容简介

本书是一本介绍 MCS-51 单片机及其系统设计实践知识的教学用书，书中简要介绍了 MCS-51 单片机的基本结构、系统扩展方法、C51 程序设计基础知识、STC 单片机及项目用开发板功能、Keil C51 及 STC-ISP 软件应用的相关知识，引入了 14 个单片机项目以介绍单片机应用系统设计方法，这些项目涵盖了数码管、LCD、A/D 和 D/A、串行通信、数字钟、温度计、直流电机和步进电机控制及红外数据传输等单片机系统的多个应用领域，最后列出了 4 个综合实例项目，并给出了详细的基于 STC 单片机的工业控制系统设计过程。

本书采用项目教学方法，可作为模拟单片机系统设计与研发的仿工作过程教学模式的教材或教学参考书，非常适合作为应用型本科高校及高职高专院校的自动化、测控、仪器仪表、电气、电子信息、机械电子和通信电子等专业的教材，也可作为单片机系统设计工程人员和爱好者的参考用书。

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

单片机程序设计实践教程/潘晓宁，朱耀东编著. —北京：清华大学出版社，2009.8
ISBN 978-7-302-19974-8

Ⅰ. 单…　Ⅱ. ①潘…②朱…　Ⅲ. 单片微型计算机—程序设计—教材　Ⅳ. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 059689 号

责任编辑：胡连连
责任校对：袁　芳
责任印制：孟凡玉
出版发行：清华大学出版社　　**地　址**：北京清华大学学研大厦 A 座
http://www.tup.com.cn　　**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
印 刷 者：清华大学印刷厂
装 订 者：三河市新茂装订有限公司
经　销：全国新华书店
开　本：185×260　**印　张**：21.25　**字　数**：481 千字
附光盘 1 张
版　次：2009 年 8 月第 1 版　　**印　次**：2009 年 8 月第1 次印刷
印　数：1～3000
定　价：32.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770177 转 3103　　产品编号：031568-01

PREFACE 前言

方式，视学生为主体，以项目达成为牵引，单片机系统设计能力培养为目标。学生在模仿工作过程的项目教学中，为了达成项目任务，必须反复动手尝试、积极思考，将学习的过程由被动转变为主动，最终达到训练自身专业能力的目的。实施这种面向“工作过程”的岗位训练，课程的重心更侧重学生综合素质的提高、岗位技能的培养以及专业知识的综合运用，为他们毕业之后与工作岗位的近距离连接创造了有利的条件。本教材就是为了探索这种模仿单片机系统设计与研发过程的项目教学模式而撰写的。

为了更好地介绍和分析项目中出现的各种知识点，全书给出了大量的插图，这些插图可以进一步帮助读者进行相关项目的学习。由于C语言与汇编语言相比，更加适合复杂系统的功能设计实现，因此书中所有项目程序均采用了C语言进行开发。

为了便于读者对这些项目进行学习和验证，编者开发了与之配套的51单片机开发板，板子的硬件原理图在本书的附录中已全部列出，读者既可以针对自己将要设计的单片机系统对参考原理图进行裁减，设计自己的PCB、焊接器件及测试系统，也可以通过编写的博客 http://panshimeng.blog.tianya.cn 咨询开发板的购买信息。

本书是多个不同学校教师在各自单片机教学过程中的实践总结和教学成果的结晶，嘉兴学院的朱耀东老师负责第11、14和15章的撰写，兰州市商业学校的潘晓东老师负责第9、10章的撰写，南京邮电大学的杨敏老师负责第7、8章的撰写，余下的章节和全文的组织统编工作由潘晓宁老师负责。

MCS-51单片机基础知识部分主要参照了文献1、2，C51程序设计基础知识部分主要参照了文献3、4、5，书中引用的其他参考资料都在文中详细标出，在此对被引用文献的作者深深地表示敬意和感谢。

本书配有丰富的教学资源，随书光盘中包含每个项目的所有程序及实验演示视频，为了方便高校教师使用，光盘中还包括了开发板的电路原理图(JPEG图片格式)。本书同时配有电子教案，有需要者可到清华大学出版社网站(www.tup.com.cn)下载。

深圳信息职业技术学院电子通信技术系2006级的胡金伟、李君荣、黄育珍和杨运利同学在项目视频及PPT的制作和书稿的校对上给予了本人很大的帮助，在此一并表示感谢。

最后，还要感谢我的妻子和孩子，在本书的撰写过程中给予我的无私支持和鼓励。书中难免会出现不妥之处，希望读者批评和指正，以便本人在第二版进行适当的修订。如果在书的使用过程中有更好的建议及相关技术问题，可以通过 panxn@sziit.com.cn 或编写的博客与编者进行探讨，本人将尽力进行解答。

编　者

2009年1月17日

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

3.2.2 定时器/计数器的四种工作方式 …… 31
3.3 串行通信 …… 34
3.3.1 串行通信的概念 …… 34
3.3.2 MCS-51 单片机的串行口结构 …… 35
3.3.3 MCS-51 单片机串行通信工作方式 …… 36
3.3.4 MCS-51 单片机串行口波特率的选择 …… 38

第 4 章 STC 单片机内部资源和 PMY 单片机开发板简介 …… 39

4.1 STC 单片机系统资源和特点 …… 39
4.1.1 STC 单片机的特点和选型 …… 39
4.1.2 STC 单片机减少对外部电磁辐射的三大措施 …… 42
4.1.3 STC89C52 RC 单片机的特殊功能寄存器 …… 42
4.2 PMY 单片机开发板介绍 …… 46

第 5 章 Keil C51 程序设计基础 …… 52

5.1 标识符和关键字 …… 53
5.2 C51 的数据类型 …… 54
5.2.1 整型(int) …… 54
5.2.2 实型数据 …… 55
5.2.3 字符型数据(char) …… 55
5.2.4 指针型(*) …… 56
5.2.5 bit 位标量 …… 56
5.2.6 各类数值型数据之间的混合运算 …… 56
5.3 C51 的数据存储类型 …… 57
5.4 C51 的基本运算 …… 61
5.4.1 算术运算符和算术表达式 …… 61
5.4.2 关系运算符 …… 62
5.4.3 逻辑运算符 …… 63
5.4.4 位运算 …… 63
5.5 C51 的基本语句 …… 63
5.5.1 条件语句 …… 64
5.5.2 循环语句 …… 64
5.5.3 break、continue 和 goto 语句 …… 66
5.6 C51 的函数 …… 66
5.6.1 函数的分类与定义 …… 67
5.6.2 C51 的中断服务函数 …… 68
5.7 数组与指针 …… 69
5.7.1 数组 …… 69

9.3 系统板上硬件连线 …… 105
9.4 程序流程图 …… 105
9.5 C语言源程序 …… 105
9.6 系统构成和程序分析 …… 106
9.7 项目扩展任务 …… 108

第10章 继电器和直流小电机正反转控制 …… 109

10.1 项目目标设计 …… 109
10.2 项目任务 …… 109
10.3 系统板上硬件连线 …… 111
10.4 程序流程图 …… 111
10.5 C语言源程序 …… 112
10.6 系统构成和程序分析 …… 114
10.7 项目扩展任务 …… 119

第11章 A/D转换 …… 120

11.1 项目目标设计 …… 120
11.2 项目任务 …… 120
11.3 系统板上硬件连线 …… 122
11.4 程序流程图 …… 122
11.5 C语言源程序 …… 122
11.6 系统构成和程序分析 …… 124
11.7 项目扩展任务 …… 129

第12章 光电传感器和蜂鸣器控制 …… 130

12.1 项目目标设计 …… 130
12.2 项目任务 …… 130
12.3 系统板上硬件连线 …… 132
12.4 程序流程图 …… 132
12.5 C语言源程序 …… 133
12.6 系统构成和程序分析 …… 135
12.7 项目扩展任务 …… 138

第13章 简易数字信号发生器 …… 140

13.1 项目目标设计 …… 140
13.2 项目任务 …… 140
13.3 系统板上硬件连线 …… 142
13.4 程序流程图 …… 142

17.7 项目扩展任务 …… 200

第 18 章 温度传感器 …… 201

18.1 项目目标设计 …… 201
18.2 项目任务 …… 201
18.3 系统板上硬件连线 …… 203
18.4 程序流程图 …… 203
18.5 C 语言源程序 …… 203
18.6 系统构成和程序分析 …… 208
18.7 项目扩展任务 …… 216

第 19 章 步进电机控制 …… 217

19.1 项目目标设计 …… 217
19.2 项目任务 …… 217
19.3 系统板上硬件连线 …… 219
19.4 程序流程图 …… 219
19.5 C 语言源程序 …… 221
19.6 系统构成和程序分析 …… 224
19.7 项目扩展任务 …… 233

第 20 章 红外数据传输 …… 234

20.1 项目目标设计 …… 234
20.2 项目任务 …… 234
20.3 系统板上硬件连线 …… 235
20.4 程序流程图 …… 236
20.5 C 语言源程序 …… 237
20.6 系统构成和程序分析 …… 242
20.7 项目扩展任务 …… 252

综合项目提高篇

第 21 章 停车场驻车信息显示和出入口模拟控制系统 …… 255

21.1 需求分析 …… 255
21.2 系统分析 …… 255
21.3 系统设计任务 …… 257
21.4 硬件设计分析 …… 259
21.5 系统软件设计分析 …… 261

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

基础知识篇

本篇内容包括单片机概述、MCS-51 单片机的内部结构与系统资源、C51 程序设计及相关软件的基础知识。

关于 MCS-51 单片机和 C51 程序设计部分的内容，本篇介绍的比较简略，如果直接进行学习，读者理解起来可能会比较困难。建议在学习本篇内容之前先进行后面“基础项目篇”的项目学习和实践，针对具体项目中出现的单片机软硬件知识点，找出相关内容，进行学习和理解。这样，读者在项目实践中，通过实际动手操作具备了一定的感性认识，就会对软硬件的原理和结构产生浓厚的兴趣，而这种兴趣也正是单片机系统设计人员必备的专业素质。

总之，读者应将这部分内容作为原理性知识进行参考，不断地在项目中通过“系统项目设计实践→原理理解→再实践→再理解”的反复学习过程才能够掌握单片机的系统设计知识。

第 1 章　单片机概述
第 2 章　MCS-51 单片机的内部结构
第 3 章　MCS-51 单片机的系统资源
第 4 章　STC 单片机内部资源和 PMY 单片机开发板简介
第 5 章　Keil C51 程序设计基础
第 6 章　Keil C51 和 STC-ISP 软件的使用

CHAPTER 1

存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容方向发展。预计其今后的发展趋势如下。

(1) 微控制器的 CPU 核仍以 CISC 为主,但向 RISC 演化

在传统微控制器领域内还是以当初 Intel 确立的哈佛结构(程序和数据存储器相分立的体系)和复杂指令集系统(CISC)为主。只有少数厂家生产精简指令集(RISC)计算机,生产 RISC 的计算机厂家及其微控制器有:Microchip 的 8 位 PIC12/16/17/18Fxxx 微控制器,Atmel 的 8 位 AVR 微控制器,SCENIX 的 8 位 SX18/20/28AC 和 SX48/52BD 微控制器。这 3 个厂家都使用了快闪存储器(FLASH)存放程序。

(2) 提升指令执行速度

提高单片机的振荡器频率或减少每机器周期包含的振荡器周期数,都可以提高指令的执行速度。如 Philips 公司把 12MHz 的 80C51 每机器周期所含振荡器周期数由 12 改为 6,获得 2 倍速;Winband 公司由 12 改为 3,获得 4 倍速。目前,8 位微控制器的频率一般可以高至 33~40MHz,所以,指令执行速度可以比较容易地从原来的 1MIPS(Million Instruction Per Second 的缩写,每秒处理的百万级机器语言指令数)提高到 10MIPS。但是,指令执行速度提高到 50~100MIPS 的都是 RISC 指令的 8 位微控制器。

(3) 集成大容量片上 FLASH 存储器,实现 ISP、IAP

近几年,8 位微控制器竞相采用 FLASH 存储器,这已成趋势。因为它集成密度高、价格便宜、技术先进,可以取代 PROM、EPROM 和 EEPROM 等。如 STC 系列单片机芯片内分别具有 4~64KB 的 FLASH,并利用 FLASH 可高速读/写的特点,实现在系统中烧录程序(ISP)和在应用中烧录程序(IAP)。

ISP 技术是在焊接成的板级系统上直接对微控制器进行擦除和程序烧录的先进技术。STC 的 IAP 技术是从结构上将 FLASH 存储器映像为两个存储体,当运行在一个存储体上的用户程序时,在后台对另一个存储体实时烧录更新的程序,之后再将控制转向更新的程序上执行。

(4) 普遍使用混合信号(数字-模拟相混合)集成技术

用 CMOS 工艺将数字和模拟电路集成于同一个片上的技术已经成熟,有力地削减了片外的附加器件,提高了性能,缩短了产品上市时间。如片上集成 12 位 A/D、上电复位/掉电检测、捕捉/比较/PWM、锁相环、8×8 硬件乘法器,以及 USB、CAN 总线接口等。

(5) 追求低电压、低功耗、低价位、LPG(少腿芯片)

降低工作电压无疑可以成指数级地降低功耗,所以开始逐渐出现多电压供电的微控制器,CPU 部分工作于 1.5~2.5V,而 I/O 口工作于 3.3~5V。为实现低功耗,应尽可能多地将片外器件集成于同一个片上,这样便于与 CPU 一同进入暂停、休眠或部分运行状态。

1.2 MCS-51 系列单片机简介

MCS-48 系列单片机的技术特征是将 CPU 和计算机外围电路集成到了一个芯片上,与 CPU 分道扬镳,构成新型工业微控制器,为单片机的进一步发展开辟了成功之路。

MCS-51 系列 8 位高档单片机是在 MCS-48 系列单片机的基础上，于 20 世纪 80 年代初推出的新产品，其主要的技术特征有以下几点。

(1) 扩大了片内存储容量、外部寻址空间

程序存储器和外部数据存储器的寻址都增加为 64KB[1KB＝1024B，1B 为 1 字节(Byte)]。4KB×8 ROM 作为内部程序存储器，用来存放系统程序、用户的专用程序和固定常数。

在 MCS-51 系列单片机中，8031、8751 与 8051 的内部结构基本相同，其区别仅在于 8031 内部不含有程序存储器，必须由外部扩展。8751 内部程序存储器为可编程、可改写的只读存储器 EPROM，其内部程序由用户自行写入。

在片内数据存储器方面，采用 8 位地址，寻址范围为 256B，其中 00H～7FH 为 128B 的内部 RAM，用来存放用户的随机数；在 80H～FFH 范围内离散地分布着 21 个特殊功能寄存器，其中 11 个特殊功能寄存器具有位寻址功能。在内部 RAM 中，00H～1FH 可分为 4 个寄存器工作区。寄存器工作区由选择指令进行切换，从而有效地提高了 CPU 的现场保护能力和实时响应速度。20H～2FH 单元可进行位寻址。

(2) 增强了并行口，增设了全双工串行口 I/O

4 个 8 位并行 I/O 接口可用于地址和数据的传送，也可与 8255、8155 等连接，进行外部 I/O 接口的扩展。串行 I/O 接口是一个全双工串行通信口，可用于数据的串行接收和发送，这为构成串行通信网络提供了方便。

(3) 定时器/计数器功能增强

两个定时器/计数器均为 16 位(比 8048 长一倍)，且有 4 种工作方式，这样既提高了定时/计数范围，又能够使用户灵活方便地使用。

(4) 增强了中断系统

在 MCS-51 单片机中，设置有 2 级中断优先级，可接受 5 个中断源的中断请求，中断优先级别可由用户定义，这样的系统架构，使得 MCS-51 单片机很适合用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制中。

(5) 具备较强的指令寻址和运算等功能

MCS-51 系列单片机有 111 条指令，可分为 4 大类，使用了 7 种寻址方式，这些指令的 44%为单字节指令，41%为双字节指令，15%为三字节指令。若用 12MHz 的晶体频率，50%的指令可在 1μs 内执行完毕，40%的指令在 2μs 内执行完毕。此外，还设有减法、比较和 8 位乘、除法指令，乘、除法指令的执行时间仅为 4μs，这样大大地提高了 CPU 的运算与数据处理能力。

(6) 增设了颇具特色的布尔处理机

在 MCS-51 的指令系统中设置有位操作指令，可用于位寻址空间，这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机，布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

单片机这些主要技术特征是源于单片机配置了完善的外部并行总线(AB 地址总线、DB 数据总线、CB 控制总线)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART)，规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统，

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com