

MCU

凌阳

8位单片机

——基础篇

李学海 著



北京航空航天大学出版社

凌阳 8 位单片机

——基础篇

李学海 著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本套书以讲解采用冯·诺依曼架构和 65B02CPU 内核的 SPMC65P2408A 单片机为主,并且适当兼顾对 SPMC65 系列单片机的共性和特性进行介绍。本套书共分两册,即《凌阳 8 位单片机——基础篇》和《凌阳 8 位单片机——提高篇》。

基础篇共分 9 章,内容主要包括:概论、硬件架构、指令系统、汇编程序基础、集成开发环境、在线仿真技术、并行端口、中断功能,以及各个片内模块的结构原理和应用设计方法。

突出特点:通俗、易懂,语言流畅,循序渐进,内容细致,系统全面,学用并重,学练结合,注重实效。

本套书是在几年间作者应邀为《电子世界》、《电子制作》和《无线电》撰写的单片机连载讲座,在面授教学中积累了许多成功经验基础上,再精心推敲讲解顺序和精选内容后写成的。适合用作高校相关专业专科、本科或研究生的教材或参考书,也可供科研和生产技术人员的培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

凌阳 8 位单片机. 基础篇/李学海著. — 北京:北京
航空航天大学出版社, 2005. 10
ISBN 7-81077-735-1

I. 凌… II. 李… III. 单片微型计算机, 凌阳 8 位
— 基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 115725 号

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究!

凌阳 8 位单片机

——基础篇

李学海 著

责任编辑 王 鸿

*

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

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×960 1/16 印张: 27.75 字数: 622 千字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 7-81077-735-1 定价: 38.00 元

北京航空航天大学出版社单片机与嵌入式系统图书推荐

(2004 年 4 月后出版图书)

书 名	作 者	定 价	出版 日期
-----	-----	-----	-------

嵌入式系统高端教材

嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 原理及应用	任 哲	22.0	2005.08
ARM 嵌入式技术及 Linux 高级实践教程	陈 曠	32.0	2005.06
ARM 嵌入式技术实践教程	陈 曠	29.0	2005.02
嵌入式实时操作系统及应用开发	罗 蕾	34.0	2005.01
ARM 嵌入式系统基础教程	周立功	32.0	2005.01
ARM 嵌入式系统实验教程(一)	周立功	26.0	2004.12
ARM 嵌入式系统实验教程(二)	周立功	29.0	2005.10
ARM 嵌入式系统实验教程(三)	周立功	估 29.0	即将出版
ARM 嵌入式系统实验教程(三)——扩展实验	周立功	估 29.0	即将出版
嵌入式系统开发与应用教程	田 泽	33.0	2005.03
嵌入式系统开发与应用实验教程(第2版) (含光盘)	田 泽	29.5	2005.05
嵌入式系统开发与应用	田 泽	54.0	2005.01
嵌入式控制系统及其 C/C++ 实现——面向使用 MATLAB 的软件开发者	骆丽译	32.0	2005.05
ARM & Linux 嵌入式系统教程	马忠梅	32.0	2004.10
嵌入式通信软件设计	彭甫阳译	24.0	2004.10
嵌入式系统设计	骆丽译	32.0	2004.09
嵌入式系统的实时概念	王安生译	32.0	2004.06

ARM、SoC 设计、IC 设计及其他嵌入式系统综合类

嵌入式实时操作系统的多线程计算——基于 ThreadX [®] 和 ARM [®]	张 炯	46.0	2005.10
从 51 到 ARM—32 位嵌入式系统入门	赵星寒	38.0	2005.10
源码开放的嵌入式实时操作系统 T-Kernel (含光盘)	周立功等译	45.0	2005.09
英汉双译 嵌入式系统词典	马广云译		2005.09
ARM 微控制寄存器基础与实战(第2版)	周立功	43.0	2005.08
深入浅出 ARM7——LPC213X/214X(上)	周立功	45.0	2005.07
ColdFire 系列 32 位处理器与嵌入式 Linux 应用 (含光盘)	李晶皎	39.5	2005.06
MIPS 处理器设计透视	赵俊良译	55.0	2005.06
ARM 嵌入式系统开发——软件设计与优化	沈建化等译	75.0	2005.06
AT91 系列 ARM 微控制器体系结构与开发实例	朱义君	34.0	2005.04
ARM 嵌入式系统软件开发实例(一)	周立功	55.0	2005.01
嵌入式系统设计与开发实例详解——基于 ARM 的应用	胥 静	43.0	2005.01

书 名	作 者	定 价	出版 日期
新一代嵌入式微处理器 龙珠 i.MX 结构及应用基础 (含光盘)	王祖林	39.5	2004.04
大型 RISC 处理器设计——用描述语言 Verilog 设计 VLSI 芯片 (含光盘)	田泽等译	39.0	2005.01
CPU/SOC 及外围设计开发实例 (FPGA/CPLD) (含光盘)	林容益	55.0	2004.07
基于 CPLD & FPGA 的数字 IC 设计	赵宏图译	28.0	2004.05

嵌入式操作系统及软件开发

源码开放的嵌入式系统软件分析与实践——基于 SkyEye 和 ARM 开发平台 (含光盘)	陈 渝	48.0	2004.09
嵌入式系统的微模块化程序设计——实用状态图 C/C++ 实现 (含光盘)	敬万均译	48.0	2004.07
OSEK/VDX 汽车电子嵌入式软件编程技术 (含光盘)	罗克露等译	46.0	2004.07
嵌入式软件与 Hopen 系统	钟锡昌	35.0	2004.06
实时设计模式——实时系统的强壮的、可扩展的体系结构	麦中凡等译	56.0	2004.05
用 UML 设计并发、分布式、实时应用	吕庆中等译	78.0	2004.05

DSP

高性能工业控制 DSP——ADSP 2199X 原理及应用 (含光盘)	王晓明	39.0	2005.09
电机的 DSP 控制技术及其应用	谢宝昌	39.0	2005.04
DSP 技术原理与应用教程	刘艳萍	26.0	2005.03
电动机的 DSP 控制——TI 公司 DSP 应用 (含光盘)	王晓明	35.0	2004.08
Motorola 24 位 DSP 原理与应用基础 (含光盘)	周浩敏	49.0	2004.04

单片机

开发实例与实战

单片机应用系统设计与仿真调试	严天峰	28.0	2005.08
手把手教你学单片机	周兴华	29.0	2005.04
单片机实验与实践	周立功	19.5	2004.08
51 单片机高级实例开发指南(含光盘)	李 军	39.0	2004.06

教材与教辅

单片机原理及接口技术(第3版)	李朝青	27.0	2005.10
单片机学习指导	李朝青	26.0	2005.10
高职高专通用教材——PIC 单片机基础教程	丁跃军	19.5	2005.06
单片机与控制技术	杨 宁	33.0	2005.03
单片机 C 程序设计实例指导	李光飞	19.5	2005.08
单片机课程设计实例指导	李光飞	19.5	2004.10

应用程序设计与开发

单片机 Keil C51 开发环境使用指南及 USB 固件编程与调试	尹 勇	32.0	2004.10
------------------------------------	-----	------	---------

书 名	作 者	定 价	出版 日期
-----	-----	-----	----------

器件手册、应用技术选编

单片机应用技术选编(11)	何立民	69.0	2005.09
世界流行单片机技术手册——欧亚篇	余永权	39.0	2004.08
世界流行单片机技术手册——美国篇	余永权	59.5	2004.07
单片机外围器件实用手册—— 数据传输接口器件分册(第2版)	邹宽明	59.0	2005.09
单片机外围器件实用手册—— 输入通道器件分册(第2版)	纪宗南	59.0	2004.06

51 系列单片机其他图书

单片机 C 程序设计实例指导	楼然苗	19.5	2005.08
C8051F 系列单片机开发与 C 语言 编程(含光盘)	童长飞	54.0	2005.02
华邦 51 单片机原理和应用	张盛福	23.0	2005.01
AT89 系列单片机原理与接口技术	王幸之	48.0	2004.05

PIC 单片机

高职高专通用教材—PIC 单片机 基础教程	丁跃军	22.0	2005.08
PIC18Fxxx 单片机程序设计及应 用(含光盘)	刘和平	29.0	2005.03
PIC 单片机 C 语言开发入门(含光盘)	武 锋	29.0	2005.03
PIC 单片机原理及应用(第2版)	李荣正	29.0	2005.03
PIC 单片机子程序库及运算平台 (含光盘)	庞严英	35.0	2004.10
PIC 单片机入门与实战	张明峰	39.0	2004.08
PIC18FXXX 单片机原理及接口程 序开发(含光盘)	刘和平	32.0	2004.07
PIC 单片机原理(含光盘)	李学海	29.0	2004.05
PIC 单片机实践(含光盘)	李学海	20.0	2004.06

AVR 单片机

AVR 单片机高级语言 BASCOM 程序设计与应用	张茂青	22.0	2005.01
高档 8 位单片机 ATmega128 原理 与开发应用指南(上)	马 潮	34.0	2004.12
AVR-GCC 与 AVR 单片机 C 语 言开发(含光盘)	吴双力	28.0	2004.10
AVR 单片机与 CPLD/FPGA 综 合应用入门	黄 任	18.0	2004.09

其他公司单片机

M68HC08 单片机原理及 C 语言 开发实例(含光盘)	常 越	39.0	2005.09
----------------------------------	-----	------	---------

书 名	作 者	定 价	出版 日期
凌阳单片机在大学生电子竞赛中的应用	凌阳科技	18.0	2005.06
HOLTEK HT48 系列单片机原理 及应用实例(含光盘)	李齐雄	42.0	2005.04
ST7 通用单片机原理及应用	张迎新	34.0	2004.09

总线技术

现场总线技术应用选编(3)	邹宽明	69.0	2005.08
现场总线工业控制网络技术	夏继强	35.0	2005.05
USB2.0 与 OTG 规范及开发指南	周立功	49.5	2004.07
8051 单片机 USB 接口 VB 程序设计	许永和 估	45.0	2005.09
8051 单片机 USB 接口程序设计 (上)(含光盘)	许永和	39.5	2004.07
8051 单片机 USB 接口程序设计 (下)(含光盘)	许永和	38.5	2004.07
现场总线技术应用选编(3)	邹宽明	69.0	2005.08
现场总线技术应用选编(2)	邹宽明	59.0	2004.06

其 它

微芯模拟和接口器件应用指南	阎永红	59.5	2005.06
蓝牙硬件电路	黄智伟	65.0	2005.08
无线通信集成电路	黄智伟	96.0	2005.07
单片机创新开发与机器人制作(含光盘)	耿德根	23.0	2005.03
智能仪器原理与设计	周航慈	22.0	2005.04
单片无线数据通信 IC 原理与应用	黄智伟	49.0	2004.11
无线发射/接收电路设计	黄智伟	85.0	2004.06
机器人制作入门篇	崔维娜译	49.0	2005.08
机器人制作提高篇	毕生译	39.0	2005.09
存储器函数变换技术及应用	赵明富	29.0	2004.09
智能化测量控制仪表原理与设计(第2版)	徐爱钧	34.0	2004.09
EDA 技术及其应用	汉泽西	29.0	2004.05
Verilog-HDL 工程实践入门(含光盘)	常晓明	35.0	2005.09
全国第三届 DSP 应用技术/第九届信 号与信息处理联合学术会议论文集	电子学会 航空学会	90.0	2005.09
2005 年全国单片机与嵌入式系统 学术交流论文集	深圳 计算机 行业学会	80.0	2005.08
VHDL 入门·解惑·经典实例· 经验总结	黄 任	22.0	2005.02
2004 年全国第五届嵌入式系统学 术交流论文集	微机专业 委员会	100.0	2004.09
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 合订本(2004 年 7~12 月)		45.0	2005.06
《单片机与嵌入式系统应用》杂志 (2004 年 1~6 月)		45.0	2004.08

注:表中加底纹者为 2005 年后图书。

可直接向出版社邮购以上图书。邮购通信及汇款地址:北京航空航天大学出版社邮购组(邮编 100083) 另加 3 元挂号费。
邮购组电话:010-82316936, 传真:010-82317031 详细图书目录及内容简介请查阅出版社网站: <http://www.buaapress.com.cn>。

投稿单片机与嵌入式系统图书请联系: 通信:北京航空航天大学出版社第 1 编辑室(邮编 100083)
电话:010-82317022 82317035 82317044 传真:010-82317022 Email:pressb@public3.bta.net.cn

前言

单片机(Single Chip Microcomputer)亦称单片微电脑或单片微型计算机,国际上统称为微控制器(Microcontroller、MCU、 μC),是一类内部集成了计算机核心技术的智能芯片。如果说单片机是国人给该类芯片定义的一个俗名,那么微控制器则是国际上公认的一个学名。单片机是从外观形态、外部表现、存在形式定名的,而微控制器的称谓则是从内在本质、功能特点、应用方向确定的。与单片机一词成并列关系的有单板机、计算机系统;与微控制器一词成并列关系的有微处理器(MPU、 μP)、数字信号处理器(DSP)等。

目前在中国大陆和中国台湾有十余家生产以 6502 为 CPU 内核(或兼容 6502CPU)的单片机的微电子公司,凌阳公司就是其中的典型代表(资料显示,驰名的文曲星也应用了这种 CPU 内核器件),但是迄今在国内尚未发现一本系统全面地介绍基于 6502CPU 内核的单片机的专业书籍。本套书籍力图填补这一空白。

本书是作者应凌阳公司之邀,在其新产品 SPMC65 系列 8 位单片机发布前夕,着手撰写的一套教学用书,可以用作培训教材和自学读本,将广泛适用于具备电子技术和计算机初级知识基础的,电子、电信、电脑、电器、机电、电力、电气、自动化等涉电专业的在校学生和教师,以及单片机爱好者、电子爱好者、电子产品开发者、电器维修人员、工程技术人员。

本书的特点是:①内容循序渐进,通俗、易懂,系统完整;②难点分散,适

前言

合于自学或教学；③注重激发读者兴趣，知识与技能并举；④容易上手，开发方法经济、实用，兼顾了技能实训、电子制作、课程设计、毕业设计和项目开发；⑤强调学用结合，边学边练，理论与实践无缝连接，改变了单片机学习的传统模式；⑥突出实用性和资料性；⑦以读者的求知需要、认识规律和市场需求为写作主线；⑧实验范例丰富多彩，并且被调试通过；⑨大幅降低了单片机入门的门槛，又适当地兼顾了学习内容的深度；⑩将理论教科书和实验指导书的双重功能有机地融合为一体。

本书将枯燥乏味的学习过程变得更加轻松、有趣，力图引导读者享受到学习单片机的乐趣和成功，而尽量避免遭受到挫折。尽可能使读者在学习单片机的过程中，以花费尽可能少的时间和精力，掌握和了解尽可能全面的单片机理论知识和开发技术。采用以读者为中心的写作手法，来努力克服以产品手册为中心或者以作者知识结构或兴趣范围为中心的传统写作模式给读者所带来的种种不适和困惑。

本书的编写思路是，充分发挥作者在为《无线电》、《电子制作》和《电子世界》等科技期刊撰写单片机技术连载讲座中，以及在面授教学过程中积累的现成经验，再通过精心编排讲述顺序和精选教学内容，来尽量减少对读者背景知识的要求，以便尽可能降低初学者通过了解 SPMC65 单片机而进入单片机世界的门槛。书中以讲解 SPMC65P2408A 单片机为主，并且适当兼顾对 SPMC65 单片机家族中其他成员的个性以及全体成员的共性进行介绍，以便使读者达到举一反三、触类旁通之功效。

本书的编写目标是，努力追求“从入门到提高、从知识到技能”平滑上升的学习效果；不仅能“给人以鱼”，而且更能“授人以渔”；不仅传授单片机知识，而且更注重教会开发方法和应用技巧；不仅可以提高理论水平，而且更侧重强化将所学知识转化为实际工作的能力；力图实现将每一位有志于迈进单片机王国的外行人培养成既懂单片机知识，又能掌握基于单片机的智能电子产品开发技能的内行人。为了实现这一目标，除了恰当引导，当然也离不开读者的自身努力。“兴趣是最好的老师！”作者深信这个哲理。培养读者的学习兴趣比传授知识更重要。一旦激发读者树立起浓厚的学习兴趣和强烈的求知欲望，就很可能达到令人受益终生的特殊效果，这也是每一位教育工作者追求的最高境界。

本书在内容安排上充分注意了先进性、层次性、可读性、系统性和完整性，力求覆盖从单片机理论学习到开发应用的各个阶段，所有必不可少的硬件和软件知识、开发环境和开发工具的使用方法和技巧。尽可能无须翻阅其他书籍就可以学习到从单片机入门到单片机开发制作的全程知识。书中

讲出了其他同类书籍中没有讲出或者没有讲透的一些技术细节和背景知识。作者对于原文数据手册中的多处文字差错进行了考证,还对多处欠缺的示意图进行了补充,以方便于教学和自学。对于一名初步具备电子技术和微机应用基础的初学者,要成长为一位单片机应用工程师,所需要学习的核心知识主要有:单片机硬件系统;指令系统;汇编程序设计基础以及汇编器用法;仿真器及其用法;烧录器及其用法。这些内容书中都有详细介绍。此外,为了突出实践性,在每个需要演练的章节后面都精心设计了几个针对性很强的实验范例,并且都调试成功。

近20年来,8位单片机因其价格日益低廉,功能日益丰富,功耗日益低微,开发日益容易,加上片内配置外设模块的不断增多,以及新型外围接口的不断扩充,广泛受到电子工程师的欢迎。根据专门从事半导体行业市场研究的 SEMICO 公司的统计资料表明,目前在整个单片机市场中8位单片机仍高居榜首,2002年销售额增长4.4%,高达45亿美元,占据了单片机销售总额的43%和发货量的60%,其销售额之大令人惊讶。市场调查公司 InStat/MDRd 指出,2001~2006年全球单片机供货量将实现11.32%的增长率。单片机市场上超过一半的应用都集中在8位单片机上。据预测,全球8位单片机市场规模在未来5年内会翻一番。预计2006年8位单片机的销售额将达到56亿美元。MOTOROLA 公司估计到2010年平均每人每天接触到多达351片甚至更多的单片机。

凌阳科技股份有限公司(Sunplus Technology Co., Ltd.)创建于1990年,专门致力于研究、开发、设计、测试和销售高品质、高附加值的消费性集成电路。凌阳是全球知名的集成电路(IC)设计公司(世界排名位次分别是:集成电路设计能力排名第12位;单片机芯片销售排名第6位;消费集成电路销售排名第1位),一直在开发高品质的集成电路,并且把“科技落实生活”作为公司追求的目标,以强大的IC设计与系统应用能力为用户提供满意的产品与服务。凌阳科技运用多媒体影音、单片微控制器、数字信号处理器(DSP)等核心技术,发展出多样化的产品线,包括液晶显示器驱动芯片、微控器芯片、多媒体芯片、语音处理芯片、音乐集成电路以及多种专用集成电路(ASIC),并且还一直保持着强劲的增长势头。2004年总产值189亿新台币(NTS)。

凌阳从2000年开始为回馈教育,改善大专院校单片机教学条件,增进高校师生接触新技术、新器件的机会,推出具有长远战略意义的“凌阳科技大学计划”,并且为此专门开设了中文网站(<http://www.unsp.com.cn>)。据说,这是目前第一家在大陆开设大学计划专门网站的公司。截止到2004

年,与凌阳科技的大学计划进行合作的大学在中国大陆已有 300 多所,并且建立了 100 多个凌阳 16 位单片机实验室,取得了令人瞩目的成就。

凌阳在单片微处理器的核心技术上,发展了从 8 位的微控制器、16 位的 μ nSP 系列微控制器到 32 位的微控制器。同时形成了完整的 IC 产品线,应用在电子词典、计算机外围设备、智能家用电器、数码相机、VCD 播放器、DVD 播放器、电话来电显示器等产品领域,在日常生活中几乎无所不在。凌阳秉承“为发展中国数字产业尽一份心力”的宗旨,最近特别推出 8 位通用微控制器系列产品——SPMC65 系列单片机。该系列单片机具有高可靠性、高抗干扰性、高性价比、SOC 单片机设计思想等特点,主要应用于家电产品以及工业控制领域。SPMC65 系列单片机将作为本书的主要介绍对象。

国家积极倡导的素质教育和创新工程,旨在提高受教育者的素质和培养将所学知识转化为生产力、创造力和经济效益的能力。为了更好地适应发展潮流和就业需要,作者认为,单片机的学习和应用,可以为电子、电信、电脑、电器、机电以及相关领域的爱好者、从业者和在校生提供一个容易激发学习热情和创作欲望的、可操作性很强的学习途径和实践平台。至今,许多老一辈的工程师、专家、教授当年都是无线电爱好者。如果说 20 世纪 50 年代起,无线电世界造就了几代电子英才,那么当今的单片机世界也必将会培育出更多的电子精英。

我们先后参加了多项全国性的单片机应用开发设计赛事,并且均从中获得了奖项。例如,在 1997 年由国家教育电视台、《无线电》杂志社和力源单片机技术研究所联合举办的,共有 2 300 余人参加的“第二届力源杯单片机开发制作大奖赛”中获奖;在 1999 年由 MOTOROLA 公司、中国计算机学会微机专业委员会、《电子产品世界》杂志社联合主办的,由清华大学、复旦大学、深圳大学承办的,有 1500 余名电子工程师报名参加的“第三届 MOTOROLA 杯单片机应用设计大奖赛”中获奖;还曾获得过 4 项国家专利和发明成果展览会金奖。自从 1983 年以来,作者在 31 种电子和通信类科技期刊、嵌入系统学术年会论文集等刊物上发表专业论文、译文、科普文章和科研成果 290 余篇,内容涉及电子、电信、电脑和电器等领域,受到了广大读者的普遍欢迎和热情鼓励。

我们还曾经应几家国际著名公司之邀为几种不同流派的新型单片机撰写 36 个本大学教程。其中,有的在短短的两年里被重印了 5 次;有的被出版社推荐参评最畅销教材奖项;有 4 本被重点大学选定为研究生教学用书;有的被多家教学和研发单位选定为教学用书和培训教材,受到了许多师生

和技术人员的肯定和好评。例如,山东建工学院的于复生博士来函说:“对于《PIC 单片机实用教程——基础篇》大家反应很好,都说老师选了一本好教材,下半年我们的‘单片机综合技术’课选用的是《PIC 单片机实用教程——提高篇》”。一位资深的期刊编辑来函这样说:“从近一段时间我的了解看,作为高校的教材,讲究语言的严谨与准确是必须的,我想您的书籍被选入高校教材肯定有这样的优势。”

本书共分两篇:基础篇和提高篇。两篇之间内容相对独立又相互补充,以适应不同学习目标、不同专业背景、不同学时数的需求,也为读者和教师增加了一种可选方案。

▲基础篇。通过本篇的学习和实践,读者可以掌握 SPMC65 系列单片机的基础硬件结构、指令系统、软件设计、开发工具及开发技术。可以利用 SPMC65P2408A 单片机内部的常规硬件资源(包含程序存储器、数据存储器、输入/输出端口、中断逻辑、时基信号和蜂鸣信号发生器等),来设计和研制一些功能不太复杂的小型电子产品。

▲提高篇。通过本篇的学习和实践,读者可以掌握 SPMC65P2408A 单片机内部配置的功能比较复杂的各种硬件资源及其开发应用技术,以及更加灵活高效的软/硬件资源开发技巧、节电设计措施、系统优化配置、OTP 单片机烧写方法。利用这些资源和技术可以设计和研制智能性更强、功能更复杂的电子产品系统甚至网络产品。

在写作过程中,得到了北京航空航天大学出版社马广云博士、山东建筑工程学院于复生博士、《今日电子》执行主编赵雪芹女士、《电子产品世界》执行总编王莹女士、《无线电》资深编辑房桦女士、《数字世界》主编薛同莉女士、石家庄师慧公司宋庆国工程师、计科能源新技术公司叶东峰总工、凌阳公司的孙立饶和张新强工程师等专家学者们的的大力支持和热情鼓励。除了提供最新资料和实验物品之外,还将他们在长期实践中积累的经验体会和开发技巧无私地奉献出来供广大读者分享。另外,为本书撰写工作尽力的还有王友才、张拥军、于复生、任志刚、贡雪梅、杨金祥、孙群中、王国联、朱永芳、张自宾、张力群、韩家民、任胜利、赵鹏、池俭、王树生、李学英、范俊海、石玉林、丁永再、孙桂良、李学峰、王友发、蔡永泽、张磊、范忠义、聂国良、蔡永岗、李学凤、范淑玲、李伟、李青石、解帅、裴新华、李建良、蒙洋、董丹、高笑飞、杨阳、张建春、马秀丽、王孝丽、李治存、曹艳、芦小菊、杜太琢、杨瑞琢、杜雪梅、杨琳、李晗羽、李子杨、王友勇等。在此一并深表诚挚的谢意!

单片机的学习、应用与开发是一个环节很多、实践性很强的循序渐进过程,在整个学习和实践过程中所用到的各种软件和硬件辅助工具种类也较

多。如果读者在学习和实践过程中遇到困难,可以与我们联系(E-mail:lixuehai@tom.com 或 yanglin...@163.com),作者愿意在自己的能力范围之内帮助解决或者协调解决。由于凌阳 8 位单片机刚刚推出,可查阅的中文资料尚不丰富,需要撰写的内容不仅量大而且新颖,加之作者的水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者不吝赐教。

作者

2005 年 10 月 1 日

目 录

第 1 章 概 论

1.1 单片机为什么令人着迷	1
1.2 学习单片机的现实意义	3
1.3 单片机究竟是什么	6
1.4 单片机的用途	8
1.5 单片机的特点	9
1.6 本书的写作思路和目标	11
1.7 常用专业术语	13
1.7.1 硬件方面	13
1.7.2 软件方面	16
1.8 凌阳科技公司简介	17
1.9 凌阳 $\mu'nSP$ 系列 16 位单片机简介	18
1.10 凌阳 SPMC65 系列 8 位单片机简介	19
1.11 SPMC65 系列单片机的极限性能	20
1.12 SPMC65P2408A 型单片机的性能特点	22

第 2 章 SPMC65P2408A 硬件系统概况

2.1 SPMC65P2408A 内部结构简介	24
2.1.1 核心区域的单元电路及其功能	28
2.1.2 系统模块及其功能	31
2.1.3 外设模块及其功能	32
2.2 SPMC65 封装形式和引脚功能	33

目 录

2.3 存储器布局和功能分配.....	38
2.3.1 数据存储器 RAM	40
2.3.2 堆 栈.....	41
2.3.3 专用寄存器 SFR	43
2.3.4 程序存储器 OTP - ROM	47
2.3.5 用户矢量区.....	48

第3章 SPMC65 指令系统

3.1 指令系统概述.....	49
3.1.1 SPMC65 指令的时空属性.....	50
3.1.2 SPMC65 指令的编码格式.....	50
3.1.3 SPMC65 指令的描述方法.....	53
3.2 寻址方式.....	55
3.2.1 与字节数据相关的寻址方式.....	56
3.2.2 与跳转地址有关的寻址方式.....	62
3.2.3 与位数据有关的寻址方式.....	65
3.2.4 寻址方式总结.....	66
3.3 SPMC65 指令分类方法.....	67
3.3.1 按实现功能分类.....	67
3.3.2 按编码字节数分类.....	68
3.3.3 按执行周期数分类.....	69
3.3.4 按寻址方式分类.....	69
3.3.5 按携带操作数分类.....	69
3.3.6 按影响标志位分类.....	69
3.3.7 按使用频度分类.....	70
3.4 SPMC65 指令分类讲解.....	71
3.4.1 数据传送类指令.....	71
3.4.2 算术运算类指令.....	76
3.4.3 逻辑运算类指令.....	84
3.4.4 移位操作类指令.....	88
3.4.5 位操作类指令.....	89
3.4.6 程序跳转类指令.....	92
3.4.7 CPU 控制类指令	97
3.5 SPMC65 指令系统的内在规律.....	98
3.6 SPMC65 指令的应用技巧.....	98

3.6.1 置位操作技巧	99
3.6.2 清位操作技巧	99
3.6.3 位取反操作技巧	100
3.6.4 位测试操作技巧	101
3.7 CPU-专用寄存器-模块相互关系	103

第4章 汇编程序设计基础和汇编语言工具链

4.1 概 述	104
4.1.1 背景知识	104
4.1.2 汇编语言的语句格式	106
4.1.3 程序流程和整体结构	111
4.1.4 源程序文件的书写格式	112
4.2 常用伪指令	115
4.2.1 符号名定义类伪指令	117
4.2.2 存储器空间初始化类伪指令	119
4.2.3 控制类伪指令	122
4.3 4种基本程序结构	127
4.3.1 顺序程序结构	127
【例程 4.1】字节拆分	127
【例程 4.2】字节内容互换	128
4.3.2 分支程序结构	130
【例程 4.3】数值比较	131
4.3.3 循环程序结构	131
【例程 4.4】RAM 区间填充	132
4.3.4 子程序结构	133
【例程 4.5】挑出最大数	134
4.4 5种个性化实用程序的设计方法	136
4.4.1 初始化程序段设计	136
4.4.2 延时程序设计	138
【例程 4.6】软件延时 100 ms	138
4.4.3 查表程序设计	139
【例程 4.7】阶乘函数查表程序	140
4.4.4 散转程序设计	141
【例程 4.8】利用 RTS 的散转程序	142
【例程 4.9】利用 JMP 的散转程序	143

目 录

4.4.5	十进制算术运算程序设计	145
【例程 4.10】	2 个 4 位十进制数值的减法运算	145
4.5	汇编语言工具链	146
4.5.1	工具链的构成和启动顺序	146
4.5.2	工具链的处理流程	149
4.6	输入文件的解读	150
4.6.1	解读包含文件	150
4.6.2	解读模板文件	152
4.6.3	解读连接脚本文件	153
4.7	输出文件的解读	154
【例程 4.11】	简易 8 只 LED 流水灯控制程序	154
4.7.1	解读列表文件	156
4.7.2	解读映像文件	158

第 5 章 FortisIDE 集成开发环境及项目文件制作

5.1	概 述	160
5.1.1	FortisIDE 功能简介	160
5.1.2	获取 FortisIDE	162
5.1.3	安装 FortisIDE	165
5.1.4	拆除 FortisIDE	175
5.2	FortisIDE 的启动和退出	176
5.2.1	启动 FortisIDE	176
5.2.2	FortisIDE 开发环境简介	176
5.2.3	FortisIDE 如何打开和关闭项目	179
5.2.4	退出 FortisIDE	181
5.3	FortisIDE 如何管理台面组件	182
5.3.1	FortisIDE 如何管理菜单栏和工具栏	182
5.3.1.1	布 局	182
5.3.1.2	开启和关闭	184
5.3.2	FortisIDE 如何管理窗口	184
5.3.2.1	打开和查看文本文件	184
5.3.2.2	布局编辑窗口	186
5.3.2.3	设置“一文多窗”	189
5.3.2.4	布局项目窗口和输出窗口	190
5.3.2.5	关闭窗口	191

5.4 如何应用 FortisIDE 创建和编辑文件和项目	191
5.4.1 创建和保存一个新项目(. spj)	192
5.4.2 创建、保存和添加一个新文件(. asm)	194
5.4.2.1 方法之一—— 改编模板文件 Main. asm	194
【范例程序 5.1】LED 显示 8 位二进制累加计数器	195
5.4.2.2 方法之二 —— 先添加后编辑	197
5.4.2.3 方法之三 —— 先编辑后添加	198
5.4.2.4 删除文件	200
5.4.3 如何制作目标文件	201
5.5 如何管理文件和文件组	203
5.5.1 建立文件组	203
5.5.2 如何移动文件或文件组	204
5.5.3 在 FortisIDE 环境中查看文件存储位置	204
5.6 设置项目	205
5.6.1 General 选项卡	206
5.6.2 Option 选项卡	206
5.6.3 Link 选项卡	206
5.6.4 Mask Option 选项卡	208
5.6.5 Device 选项卡	209
5.7 FortisIDE 系统命令汇总归纳	210
5.7.1 工具栏	210
5.7.2 菜单命令归纳	212
5.7.3 菜单命令功能的快速查验方法	213

第 6 章 在线仿真器、目标板及在线仿真技术

6.1 硬件工具链及其重要性	214
6.1.1 实时在线仿真器	215
6.1.2 程序烧写器	215
6.1.3 单片机目标板	216
6.2 项目调试硬件环境	217
6.2.1 仿真头及其扁平电缆	217
6.2.2 USB 串行电缆	218
6.2.3 电源适配器	218
6.2.4 光盘软件	219
6.2.5 微机系统	219

6.3 SPMC65 仿真烧写器	220
6.3.1 SPMC65 仿真烧写器的外观和面板布局	220
6.3.2 SPMC65 仿真烧写器的内部结构	223
6.4 SPMC65 学习板	227
6.4.1 SPMC65 学习板的电路原理方框图	227
6.4.2 SPMC65 学习板的电路功能分区图	228
6.5 仿真器与 FortisIDE 如何配合使用	230
6.5.1 仿真器的安装、设置和通信	230
6.5.2 FortisIDE 的启动和设置	233
6.5.3 SPMC65 单片机应用项目的开发流程	233
6.5.4 实验项目开发举例	236
【实验范例 6.1】8 只 LED 霹雳灯	236
6.6 如何应用 FortisIDE 调试项目	240
6.6.1 切换到项目调试界面	241
6.6.2 开启 CPU 寄存器窗口 Registers	242
6.6.3 开启变量观察窗 Watch	243
6.6.4 连续运行	245
6.6.5 复位操作	246
6.6.6 单步运行	246
6.6.6.1 单步进入运行方式 —— 步入	246
6.6.6.2 单步跳出运行方式 —— 步出	247
6.6.6.3 单步跨越运行方式 —— 步越	247
6.6.7 连续单步运行	247
6.6.8 设置断点运行	248
6.6.9 连续断点运行	250
6.6.10 运行到光标处	250
6.6.11 从指定行开始运行	251
6.6.12 查看反汇编窗口	251
6.6.13 跟踪运行和查看轨迹	253
6.6.14 开启和设置存储器观察窗	255
6.6.15 开启和设置命令对话窗	257
6.6.16 开启和设置硬件端口观察窗	259
6.6.17 修改寄存器和存储器单元	260