

经典**80C51**单片机

轻松入门与上手

李学海 著

80C51



清华大学出版社

TP368.1
279

经典 80C51 单片机轻松入门与上手

李学海 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以经典 80C51 单片机为讲解模型,并辅以 SST89C5X 和 P89C51XX 为实验机型;以 μ Vision2 为软件集成开发环境,Flash Magic 为在线烧写软件工具,并辅以硬件综合开发工具 DH2004A。全书共分 9 章,主要内容包括背景知识、硬件架构、ROM、RAM、SFR、指令系统、通用并行端口、汇编语言、汇编语言程序、汇编语言工具链、模块化编程技术、软件集成开发环境、软件模拟调试技术、硬件综合开发工具、硬件仿真开发技术、下载编程、实验仪用法和烧试简易开发技术等。

本书的突出特点为思路新颖、通俗易懂、语言流畅、循序渐进、内容细致、系统全面、学用并重、注重实效、经验点拨、兴趣激发、解疑释惑、吐故纳新。

本书适合作为启蒙单片机初学者轻松入门和快速上手的自学读本,或者用作高校相关专业学生的教学参考书或实训指导书,也可作为科研、生产和维修技术人员的培训用书。

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

经典 80C51 单片机轻松入门与上手/李学海著. —北京:清华大学出版社, 2009.2

ISBN 978-7-302-18947-3

I. 经… II. 李… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 183491 号

责任编辑:钟志芳 张丽萍

封面设计:刘 超

版式设计:赵丽娜

责任校对:王 云

责任印制:王秀菊

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:北京密云胶印厂

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:23.75 字 数:542 千字

版 次:2009 年 2 月第 1 版 印 次:2009 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:38.00 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:022613-01



李学海 主攻方向：程控交换技术、嵌入式控制技术、电子设计技术。先后攻读了电子工程、通信系统、电气工程与自动化等专业，以及十余个北京邮电大学研究生学科。从事教学20余年，主讲过电路分析、电子技术、程控交换、微机原理、单片机原理、电子EDA等20余门课程。独立研发过多项专利技术、国家级获奖项目、中国电子学会重点推广项目。从事科普创作近30年，在《无线电》、《电子世界》、《现代通信》、《电子制作》、《家电维修》等多种国家级科普期刊上发表电子设计、科普讲座、系列文章百余篇，其中有多篇被转载或摘编。在国际会议论文集、《电子技术应用》、《电子产品世界》等核心期刊和科技期刊上发表学术论文数十篇，其中多篇被引用或被审定为“精选文章”。独立著有十余部大学教程或学术专著，其中有多部被北京邮电大学、武汉理工大学、河北师范大学等多家“211”或“985”重点高校及科研单位选作本科教程、研究生用书、考研参考书或研发工程师培训教材，有两部获评全国优秀畅销书一等奖。

序

据统计资料显示,当前 MPU、MCU 和 DSP 3 种智能芯片产品约占世界半导体市场的 1/4,2007 年这 3 种产品合计为 566 亿美元,预计 2012 年将增长到 912 亿美元,年均增长 10%。不过,在 2008 年这 3 种产品的市场境况不尽相同,MPU、MCU 和 DSP 的销售值增长率分别为 10%、11%和-9%,销售值分别为 382 亿、158 亿和 71 亿美元;预计 2009 年将分别增长 9%、9%和 3%。

在 MPU、MCU 和 DSP 3 种芯片产品中,MCU(俗称单片机)最为经济实用,普及率最高、增长率最快、销售量最大,因此可以说世界上从事 MCU 学习、实践和应用开发的人数最多。其中,中国 MCU 市场最显著的特点是增长速度快。自 2006 年 MCU 在中国的销售值就已经达到 43.6 亿美元,其增长率超过了 16%。2007 年受到消费电子、工业、多用途、汽车和其他市场的推动,中国的 MCU 市场继续保持了较高的增长速度,并且没有放缓的迹象。因为中国正从低成本产品开发向技术含量高和附加值更高的产品开发演变,所以在未来几年这一市场规模仍然保持快速增长的态势。已经成为名副其实的世界制造工厂的中国,其大宗出口商品之一就是机电一体化产品,这类产品的控制核心正是 MCU。

中国 MCU 市场的发展起点相对较低,当前 8 位、16 位和 32 位的 MCU 都在同时使用,但是中国 MCU 市场接受新技术的速度非常快,在制造方面发展也非常迅速。推进中国 MCU 市场增长的最大驱动力之一是消费电子,其占据 MCU 总体市场的 43%份额。随着国民购买力的日益增强,数字电视、高端消费电子、汽车电子推动了这一市场的强劲发展。中国本地企业的电子产品研发能力正在逐渐提高,所使用的 MCU 产品也正在从低端向高端发展。总体来说,目前国内使用的大部分都是中、低端的 MCU,其中 8 位产品的市场份额最大,销售值约占一半,销售量占比更是高达 6 成,原因是 8 位产品的单价较低。8 位 MCU 之所以经久不衰,就是因为这个根本性技术在外围模块和结构上不断改进和提升,新产品不断涌现,新市场不断扩展。其实更重要的是,8 位 MCU 能够满足目前现实世界中大多数电子产品的需要。

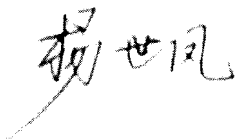
80C51 系列 MCU 是世界流行的 8 位机型,是拥有生产厂家最多的代表机型,是国内高校教学和初学入门的主流机型,也是在学术期刊和专业图书中出现频率最高的经典机型。总之,80C51 系列 MCU 被业界公认为 8 位 MCU 的工业标准。80C51 的兼容品在世界上不仅有众多著名半导体公司在研制,而且在国内也有许多不同背景的公司积极开发和生产,例如海尔、普芯达等电子公司。

多年来的实践经验告诉我们,单片机学科是从应试教育到素质教育的优选学科。因此,有很多并且会有越来越多的高等院校,为其电子、电信、电脑、电器、电力、电气、机电、仪表、轻工、自控等涉电专业的研究生、本科生、大专生、中专生、职高生等不同层次的在校生开设单片机课程。

目前,在工科、工程或职业类院校中一些涉电的专业,在校生或毕业生的课程实习、

课程设计和毕业设计，甚至电子制作、电子竞赛等实训项目，其选题范围很大一部分都是围绕单片机展开的。那么为何大家不约而同地认定单片机是非常好的选题来源呢？其主要原因应该是，以单片机为核心的项目制作能够把学校几年间所学的多门骨干学科贯穿起来、融合进来，进行综合运用和训练。例如，能够涉及的学科知识有物理学、电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、传感器技术、电子元器件与电子工艺、电子设计自动化（EDA）、Protel、计算机组成原理、微机原理与应用、微机接口技术、汇编语言程序设计、C 语言程序设计、计算机应用基础等；随着项目技术含量的提升，甚至还会触及操作系统、数据结构、数据库、通信原理、数据通信、计算机网络、无线通信、可编程逻辑器件（CPLD/FPGA）、电力电子技术、自动控制原理、电机与拖动、电机控制、机械原理等。

近年来，本书笔者为《电子世界》、《电子制作》和《无线电》等国家级科普期刊撰写了数十期的单片机新技术连载讲座或系列文章，为多届电子和通信专业在校生讲授了单片机课程，曾应多家世界著名单片机制造公司之邀，为其“中国大学计划”撰写了十余部讲解不同风格新潮单片机的大学教程，其中有的已被北京邮电大学、河北工业大学等多所著名高校选用，有 4 部被武汉理工大学、广东工业大学等重点高校选作研究生用书，有两部被评为全国高校出版社优秀畅销书一等奖。作者在单片机教学和科学研究中积累了丰富的教学和研发经验。本书就是基于这些经验基础，再经过反复筛选教学内容和精心推敲讲解顺序而写成的，在单片机教学和科研开发中具有重要的参考价值。



教授，博士生导师

天津市教学名师

天津科技大学电子信息与自动化学院院长

2008 年 12 月 14 日于天津

前 言

2000 年,作者应天津一家出版社邀请组织编写了一本介绍通信终端设备维修技术的专业图书——《电话机 寻呼机 手机检修思路·技巧·实例》,受到了读者和出版社的充分肯定。后又应几家国际著名微电子公司之邀,配合其在我国推行的“中国大学计划”,为他们生产的几种不同架构的新型单片机系列撰写了 10 余部科普图书、大学教程或学术专著:《PIC 单片机实用教程——基础篇》、《PIC 单片机实用教程——提高篇》、《EM78 单片机实用教程——基础篇》、《EM78 单片机实用教程——扩展篇》、《PIC 单片机原理》、《PIC 单片机实践》、《凌阳 8 位单片机——基础篇》、《凌阳 8 位单片机——提高篇》、《标准 80C51 单片机基础教程——原理篇》、《凌阳语音型 16 位单片机 SPCE061A 实用教程——基础篇》、《电机控制型单片机 SPMC75 应用基础》。其中,有的在短短的两年里被重印了 5 次,有的被评选为全国优秀畅销教材一等奖,有的被北京邮电大学等多家教学和研发单位选定为教学用书和培训教材,还有 4 部被武汉理工大学等重点大学选定为研究生用书,受到了许多师生和技术人员的肯定和好评。例如,山东建工学院的于博士来函说:对于《PIC 单片机实用教程——基础篇》大家反映很好,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》。一位资深的科普期刊编辑来函说:“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需的,我想您的书籍被选入高校教材肯定有这样的优势。”

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 2300 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 30 余种电子和通信类科技期刊、嵌入系统学术年会论文集等学术刊物上发表专业论文、译文、科普文章和科研成果数百篇,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。

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了一个容易激发学习热情和创作欲望、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。

本书的主要特色

(1) 大胆地舍弃了许多同类图书中保留的一些过时知识、过时技术、过时器件、过时

概念和过时观点，淡化了一些不适宜初学者的内容。

(2) 独创性地扩充了一些新知识、新概念、新技术和新观点，强化了一些适用于入门者的内容。

(3) 内容叙述循序渐进、通俗易懂、系统完整。

(4) 难点分散，适合于入门者自学，加快入门过程。

(5) 注意激发读者兴趣，知识与技能并举。

(6) 容易上手，开发手段经济实用，兼顾了技能实训、电子制作、课程设计、毕业设计 and 项目开发。

(7) 强调学用结合、理论与实践无缝连接，力图改变纸上谈兵、坐而论道的学习模式。

(8) 注重实效性，突出实用性、创新性和资料性。

(9) 以读者的求知需要、认识规律和市场需求为写作主线，以单片机的应用开发为出发点和落脚点。

(10) 始终坚持“单片机贵在姓单”这个主调，注意把握单片机朝向单片系统 (System On a Chip, SOC) 的发展趋势，减少不合时宜的扩展技术和臃肿的扩充内容。

本书的写作手法

本书力求循序渐进、通俗易懂、分散难点、趣味性强，将枯燥乏味的学习过程变得轻松有趣，力图引导读者享受到学习单片机的乐趣，在学习和实践过程中更多地感受成功，而尽量避免遭受挫折。读者在通过阅读本书来学习单片机的过程中，可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。本书采用以读者为中心的写作手法，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带来的种种不适和困惑，帮助单片机初学者尽快建立起完整的“三链条”概念，即全程知识链、软件工具链和硬件工具链。

本书的编写思路

本书充分发挥笔者在为《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，在为多家世界著名半导体公司编写的 10 余部“中国大学计划”用书中，以及在多年面授教学过程中所积累的经验 and 教学技巧，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 80C51 单片机而进入单片机世界的门槛。书中以讲解经典 80C51 单片机为主，并且酌情兼顾 51 族系的共性以及典型兼容型号的个性简介，以便使读者达到举一反三、触类旁通的功效。

本书的编写目标

本书努力追求“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。为了达到这一目标，除了恰当的引导和正确的学习方法之外，

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。一旦帮助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，这也应该是每一位教育工作者追求的最高境界。

本书的内容安排

本书充分注意了先进性、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。尽可能不需要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，要想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。这些内容书中都有相关描述。此外，为了突出实践性，在每个需要演练的章节中都精心设计了几个针对性很强的实验范例，并且都通过了调试。

特别感谢

在本书写作过程中，得到了天津科技大学电子信息与自动化学院院长博士生导师杨世凤教授、清华大学出版社资深编辑钟志芳女士、机械科学研究院刘治山高级工程师、河北师范大学苑冰教授、山东建筑大学于复生博士、石家庄邮电职业技术学院卜新华讲师、武警石家庄指挥学院有线通信教研室杨聪先生、《无线电》资深编辑房桦女士、河北新恒翌科技有限公司宋庆国工程师、计科能源新技术公司叶东嵘总工、凌阳公司的李兆伟工程师等专家学者们的大力支持和热情鼓励。另外，为本书撰写工作尽力的还有李泽芝、杨志华、孙群中、王贺珍、范兴娟、杨涛、贡雪梅、任志刚、池俭、李学英、王友才、范俊海、李学峰、王友发、李学凤、蔡永泽、张磊、李建良、蒙洋、董丹、马秀丽、王孝丽、李治存、邓振宾、李晶鑫、曹艳、芦小菊、王晓超、冯伟伟、董宁、王雪、柳艳明、何富、王培、霍兴、马士学、宋峰、常虎、康浩、王何英、梁帅、葛瑞雪、谷月明、杨琳、李茹、李晗羽和李子杨等。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什么困难可以与我们联系，作者愿意在自己的能力范围之内帮助解决或者协调解决。80C51 族系 8 位单片机阵容庞大，兼容型号繁多，生产厂家众多，堪称世界之最。由于它不仅资料庞杂而且有些技术过时，需要认真梳理、精挑细选甚至亲手验证，加之编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者不吝赐教。

编 者

lixuehai@tom.com

2008 年 12 月 1 日

目 录

第 1 章 学习和应用单片机的背景知识	1
1.1 单片机概览	1
1.1.1 为什么单片机能够引人入胜	1
1.1.2 学习和应用单片机有什么必要	3
1.1.3 学习和应用单片机有什么现实意义	7
1.1.4 究竟什么是单片机	9
1.1.5 哪些地方会用到单片机	11
1.1.6 单片机有什么特点	13
1.2 51 系列单片机的演进历程	14
1.2.1 MCS-48 系列单片机简介	14
1.2.2 MCS-51 系列单片机简介	14
1.2.3 80C51 系列单片机简介	17
1.2.4 80C51 系列单片机常规命名规则	19
1.2.5 80C51 系列单片机程序固化方式对比	20
1.2.6 基准 80C51 单片机的性能特点	21
1.3 学习 80C51 系列单片机有什么优势	21
1.3.1 技术方面的优势	21
1.3.2 资料方面的优势	22
1.3.3 硬件方面的优势	22
1.3.4 软件方面的优势	23
1.3.5 软件工具链方面的优势	24
1.3.6 硬件工具链方面的优势	24
1.4 本书的写作思路和目标	25
1.5 *基本概念和名词术语	27
1.5.1 硬件方面	27
1.5.2 软件方面	31
第 2 章 经典 80C51 的片内架构和片外封装	33
2.1 经典 80C51 芯片的内部架构	33
2.1.1 核心区单元电路及其功能	36
2.1.2 中央处理单元	37
2.1.3 功能部件及其功能	41

2.1.4 外围模块及其功能	42
2.2 经典 80C51 芯片的外部封装	43
2.2.1 封装形式	43
2.2.2 引脚功能	44
2.2.3 引脚简化	46
2.2.4 引脚保护	47
2.3 经典 80C51 的存储器组织方式	48
2.4 程序存储器 ROM	49
2.4.1 片载程序存储器	49
2.4.2 片外程序存储器	50
2.5 数据存储器 RAM	52
2.5.1 片外数据存储器空间	53
2.5.2 片载数据存储器空间	53
2.5.3 堆栈存储区间	55
2.5.3.1 堆栈概念	55
2.5.3.2 堆栈用途	56
2.5.3.3 堆栈结构	56
2.5.3.4 堆栈操作	57
2.5.3.5 注意事项	57
2.6 特殊功能寄存器 (SFR) 空间	57
2.6.1 SFR 的空间布局	58
2.6.2 SFR 的功能分配	61
2.7 *比特处理器	61
第 3 章 经典 80C51 的寻址方式和指令系统	64
3.1 80C51 指令系统概述	64
3.1.1 指令的描述方法	65
3.1.2 指令的执行时序	66
3.1.3 指令的编码格式	68
3.2 80C51 的寻址方式	70
3.2.1 与字节数据相关的寻址方式	71
3.2.1.1 立即寻址	71
3.2.1.2 直接寻址	71
3.2.1.3 隐含寻址	72
3.2.1.4 寄存器寻址	73
3.2.1.5 间接 8 位寻址	74
3.2.1.6 间接 16 位寻址	74
3.2.1.7 变址寻址	75

3.2.2 与跳转地址有关的寻址方式	76
3.2.2.1 相对跳转寻址	76
3.2.2.2 绝对跳转寻址	77
3.2.2.3 变址跳转寻址	77
3.2.3 与位数据有关的寻址方式	78
3.2.3.1 隐含位寻址	78
3.2.3.2 直接位寻址	79
3.2.4 寻址方式与寻址空间的对应关系	79
3.3 80C51 指令的分类方法	80
3.3.1 按实现功能分类	80
3.3.2 按编码字节分类	81
3.3.3 按执行周期分类	81
3.3.4 按寻址方式分类	81
3.3.5 按携带操作数分类	81
3.3.6 按影响标志分类	82
3.3.7 按使用频度分类	82
3.4 80C51 指令功能的分类解析	83
3.4.1 数据传送类指令	83
3.4.2 算术运算类指令	89
3.4.3 逻辑运算类指令	94
3.4.4 程序跳转类指令	98
3.4.5 位操作类指令	102
3.5 80C51 指令系统的内在规律	106
3.6 80C51 指令的应用技巧	107
3.6.1 位置 1 操作技巧	107
3.6.2 位清 0 操作技巧	108
3.6.3 位取反操作技巧	109
3.6.4 位测试操作技巧	110
3.7 * “内核 CPU—中间 SFR—外围模块” 关系	111
第 4 章 通用并行端口、端口引脚及其应用技巧	113
4.1 概述	113
4.2 并行端口的内部结构	114
4.3 并行端口的工作原理	115
4.3.1 经端口引脚输出数据	115
4.3.2 从端口引脚输入数据	116
4.3.3 读取端口数据锁存器内容	116
4.4 并行端口的操作指令	116

4.5 各个并行端口的个性差异	117
4.5.1 P0 端口	117
4.5.2 P1 端口	119
4.5.3 P2 端口	119
4.5.4 P3 端口	120
4.6 并行端口特性小结	121
4.7 *并行端口的应用技巧	122
4.7.1 漏极开路结构的妙用	122
4.7.2 弱上拉功能的妙用	124
4.7.3 非对称输出级的用法	125
第 5 章 汇编语言、汇编语言程序和汇编语言工具链	127
5.1 概述	127
5.1.1 汇编语言的产生背景	127
5.1.2 汇编语言的语句格式	129
5.1.3 程序流程与程序结构	133
5.1.4 源程序文件的书写格式	134
5.2 常用伪指令	136
5.2.1 符号名定义类伪指令	137
5.2.2 存储器空间初始化类伪指令	139
5.2.3 汇编状态控制类伪指令	141
5.2.4 其他	141
5.3 4 种基本程序结构	143
5.3.1 顺序程序结构	144
【例程 5.1】字节拆分	144
5.3.2 分支程序结构	145
【例程 5.2】数值比较	146
5.3.3 循环程序结构	147
【例程 5.3】RAM 块填充	148
5.3.4 子程序结构	149
【例程 5.4】极值挑选	150
5.4 5 种个性化实用程序段的设计方法	151
5.4.1 初始化程序段设计	152
5.4.2 延时程序设计	152
【例程 5.5】软件延时	153
5.4.3 查表程序设计	154
【例程 5.6】阶乘函数	155
5.4.4 散转程序设计	158

【例程 5.7】跳转指令表法	158
【例程 5.8】地址偏移量表法	160
5.4.5 布尔程序设计	161
【例程 5.9】组合逻辑软件模拟	161
5.5 汇编语言工具链	163
5.5.1 汇编语言工具链的构成	163
5.5.2 汇编语言工具链应用举例	166
【例程 5.10】8 位二进制计时器	167
5.6 输出文件的解读	170
5.6.1 解读列表文件 (.LST)	170
5.6.2 解读最终目标文件 (.HEX)	172
第 6 章 *汇编语言模块化编程技术	174
6.1 高级汇编技术	174
6.1.1 条件汇编	174
6.1.2 宏汇编	176
6.1.3 重复汇编	183
6.2 模块化编程手段	186
【例程 6.1】路标导向灯控制器	187
6.2.1 包含文件方式	190
6.2.2 宏库文件方式	193
6.2.3 子程序方式	197
6.2.4 非重定位型 ASM 模块方式	200
6.2.5 可重定位型 ASM 模块方式及其专用伪指令	204
6.2.6 模块库文件方式及其库管理器 LIB51	211
6.2.7 综合应用方式举例	216
6.3 KEIL 软件中现有示范程序的挖掘和利用	221
6.3.1 模板程序的示范	222
6.3.2 样例程序的参照	225
第 7 章 软件集成开发环境 (μVISION2) 及其软件模拟调试技术	229
7.1 概述	229
7.1.1 KEIL 软件包功能简介	229
7.1.2 KEIL 软件如何安装、升级或拆除	232
7.2 μVISION2 如何开启和关闭	235
7.2.1 μVision2 的开启	235
7.2.2 μVision2 工作环境简介	236
7.2.3 KEIL 软件包各组件的版本查看	238

7.2.4	μVision2 所能模拟的片内资源	238
7.2.5	μVision2 的关闭	239
7.3	如何创建和编辑文件和项目	239
7.3.1	如何创建和编辑一个源文件 (.ASM)	240
	【实验范例 7.1】8 位二进制循环累加计数器	242
7.3.2	如何拆分编辑窗口	243
7.3.3	如何创建一个新项目 (.uv2)	243
7.3.4	如何在项目中添加或删除文件	245
7.3.5	如何在项目中建立和添加说明文件	246
7.3.6	如何在项目中添加或删除文件组	247
7.3.7	如何制作调试目标文件 (OMF51)	249
7.4	如何调试项目	252
7.4.1	切换到调试环境	253
7.4.2	开启虚拟端口模块及其功能解析	254
7.4.3	连续运行	256
7.4.4	复位操作	257
7.4.5	单步运行	257
	7.4.5.1 单步进入运行方式——步入	257
	7.4.5.2 单步跳出运行方式——步出	258
	7.4.5.3 单步跨越运行方式——步越	258
7.4.6	连续单步运行	258
7.4.7	设置断点运行	259
7.4.8	运行到光标处	260
7.4.9	从指定行开始运行	261
7.4.10	查看反汇编窗口	262
7.4.11	跟踪运行和查看轨迹	263
7.4.12	开启和设置存储器观察窗	264
7.4.13	开启和设置变量观察窗	266
7.4.14	开启和设置输出观察窗	268
7.4.15	修改寄存器和存储器单元	270
	7.4.15.1 修改 CPU 寄存器	271
	7.4.15.2 修改 SFR 寄存器	271
	7.4.15.3 修改位单元	272
	7.4.15.4 修改普通存储单元或存储区间	272
7.5	如何应用 μVISION2 制作 HEX 和 LIB 文件	272
7.5.1	如何制作最终目标文件 (.HEX)	272
7.5.2	如何制作模块库文件 (.LIB)	274
7.6	*KEIL 软件包获取方法	274

第 8 章 硬件综合开发工具 (DH2004A) 及其硬件仿真开发技术	278
8.1 硬件工具链及其重要性	278
8.1.1 实时在线仿真器	279
8.1.2 程序烧写器	280
8.1.3 单片机目标板	281
8.1.4 单片机综合学习应用开发实验仪	281
8.2 单片机实验仪的电路特点	283
8.2.1 实验仪能帮我们做什么	283
8.2.2 实验仪的电路布局	283
8.2.3 实验仪的两种典型用法	283
8.3 仿真调试实验仪安装方法	284
8.3.1 软件安装方法	285
8.3.2 硬件安装方法	285
8.4 仿真调试实验仪调试方法	287
8.4.1 μ Vision2 环境的选项设置	288
8.4.2 如何建立 μ Vision2 与实验仪的通信	290
8.4.3 如何在实验仪上实时运行用户程序	291
8.4.4 硬件仿真模式与软件模拟模式的差异	292
8.4.5 项目调试过程中的注意事项	293
8.4.6 局限性	293
8.5 仿真调试实验仪如何用于项目开发	294
8.5.1 仿真法单片机应用项目开发流程	294
8.5.2 项目原型机开发示范	297
【实验示范 8.1】8 点式霹雳灯控制器	297
第 9 章 *下载编程实验仪用法及其烧试简易开发技术	302
9.1 下载编程实验仪安装方法	302
9.1.1 软件获取方法	302
9.1.2 软件安装方法	303
9.1.3 硬件安装方法	306
9.2 下载编程实验仪烧写方法	308
9.2.1 Flash Magic 如何启动	308
9.2.2 Flash Magic 如何关闭	309
9.2.3 Flash Magic 界面分布和功能	309
9.2.4 Flash Magic 快速上手——组合命令流程操作法	310
9.2.5 Flash Magic 菜单命令——单项命令独立操作法	313
9.2.5.1 文件类菜单命令	313

9.2.5.2	ISP 类菜单命令	314
9.2.5.3	选项类菜单命令	318
9.2.5.4	工具类菜单命令	318
9.2.5.5	帮助类菜单命令	319
9.3	下载编程实验仪如何用于项目开发	319
9.3.1	模拟法单片机应用项目的开发流程	319
9.3.2	烧试法单片机应用项目的开发思路	321
附录 A	ASCII 码表	323
附录 B	英文指令一览表	324
附录 C	标准包含文件 (Reg51.inc)	328
附录 D	宏汇编器的系统保留字	331
附录 E	μVision2 集成开发环境所支持的 8051 兼容单片机厂家和器件型号	333
附录 F	μVision2 菜单命令和工具按钮中文说明	339
F.1	菜单栏	339
F.2	工具栏	341
附录 G	KEIL 软件默认安装文件夹组织结构	343
附录 H	DH2004A 实验仪的电路布局和功能电路	344
H.1	电路规划特色	344
H.2	电路布局	344
H.3	硬件功能电路	345
H.3.1	LM7805/LM317 直流稳压电源电路	345
H.3.2	MAX232 电平转换串行通信接口电路	346
H.3.3	CD4040 脉冲频率源供应电路	346
H.3.4	LM324 通用四运算放大器	346
H.3.5	LM339 通用四电压比较器	347
H.3.6	CD4013 双 D 触发器	348
H.3.7	CD40106 六施密特触发器	348
H.3.8	NE567 音频译码器	349
H.3.9	PC817 光/电耦合器	349
H.3.10	光阻+热阻	349
H.3.11	TL431+电位器	350