

目标 | 单片机应用工程师
T A R G E T

易学好用

经典PIC单片机

PIC16F84A

轻松入门与实战

李学海 著

- ◆ 25个实际项目案例
- ◆ 配套丰富的周边资源
- ◆ 从PIC开始迈进单片机的神奇世界

清华大学出版社



易学好用

经典PIC单片机

PIC16F84A

轻松入门与实战

李学海 著

常州大学图书馆
藏书章

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书精心挑选一款经典实用、好学易用的典型 PIC 单片机 PIC16F84A 为讲解样机,选择一款界面友好的国产软件 WAVE6000 为开发环境,选出一款硬件开源的廉价易购的下载器 K150 为程序烧写器,还给出了一款适合仿制的学习实验开发板 PICbasic84 作为可选目标板。全书共分 10 章,主要包括:背景知识、硬件总览、通用并口、指令系统、汇编程序设计、汇编语言工具链、软件集成开发环境、软件模拟调试技术、硬件综合开发工具、硬件烧试开发技术、定时器 TMR0 及其应用技巧、中断逻辑及其应用技巧、EEPROM 数据存储及其应用技巧、杂项功能及其应用技巧等。

本书特点:入门容易、阅读轻松、通俗易懂、语言流畅、可读性好、趣味性强、系统全面、注重实用、学用并重、学练结合、实例丰富、上手快捷。

本书适用的读者对象:初步具备电子技术和计算机知识基础的,电子、电信、计算机、电气、电力、电器、机电等涉电专业在校学生、教师、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。还可以作为教学用书、培训教材和自学读本。

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

易学好用经典 PIC 单片机: PIC16F84A 轻松入门与实战/李学海著. —北京:清华大学出版社,2018
ISBN 978-7-302-47792-1

I. ①易… II. ①李… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 168532 号

责任编辑:梁 颖 柴文强

封面设计:顾 鹏

责任校对:梁 毅

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.25

字 数:537 千字

版 次:2018 年 1 月第 1 版

印 次:2018 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:69.00 元

产品编号:048061-01

你知道每年中国进口的商品当中,哪一项是花钱最多的吗?粮食?原油?机械设备?都不是!每年,中国在一种体积很小的产品上花掉的钱远远超过那些大宗商品,这种产品就是——芯片。仅2016年1月到10月,中国在进口芯片上一共花费了1.2万亿人民币,是花费在原油进口上的两倍!该信息来自权威期刊《电子技术应用》2016年12月13日发布的消息。在我国进口的这些芯片中,单片机产品又占据了其中绝大多数,由此可以想象,在我国从事单片机学习、研究、应用、开发的各类人才队伍的阵容该有多么庞大!

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精英,那么当今的单片机世界也必将会培育出更多的电子英才。

本人从事教学30多年,主讲过大学物理、电路分析、程控交换原理、单片机原理、嵌入式系统等30余个学科。曾经指导过3届全国大学生电子竞赛并且获奖,其中一次是2007年应河北师范大学职业技术学院之邀作为外聘专家,指导了单片机应用项目的开发。还曾应河北师范大学之邀担任2009年暑期国家级骨干教师培训班客座教授,其间选用了本人的单片机著作做教材,并聘请本人为单片机学科主讲。也曾应邀为多家电子产品开发生产企业培训研发工程师,或担任技术顾问。还被聘为中国嵌入系统产业协会、中国物联网产业协会专家组成员。

自从1983年以来,本人先后在31种电子和通信类科技期刊、新技术研讨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,以及多位责任编辑的称赞。曾在国际学术会议论文集、《电子技术》《电子技术应用》《实验技术与管理》等核心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”。曾被科技核心期刊《单片机与嵌入式系统应用》评选为2007年度优秀作者。

自从2000年以来,本人先后独著或主编了20部具有开创性和探索性的学术专著和大学教程,得到了多位业界权威、技术专家和研究生导师的高度评价。其中有2部获评全国优秀畅销书一等奖,有多部被北京邮电大学、河北师范大学、河北工业大学、四川师范大学、西

北京师范大学、山东建筑科技大学、辽宁工业大学等多家高校选作本科教程,有6部被苏州大学、武汉理工大学、广东工业大学等“211大学”“985大学”或著名高校选作研究生用书,有多部被北京计科新能源公司、台湾新茂国际、北京凌阳科技公司、劳恪实业公司、鑫恒翌科技公司、北京中芯优电公司等科研单位选作研发工程师培训教材。

本书在写作手法上,力求循序渐进、通俗易懂、趣味性强,将枯燥乏味的学习过程变得更加轻松有趣,尽可能使读者在通过阅读本套教程来学习PIC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。本书采用以读者为中心的写作手法,努力克服以往以产品手册为中心,或以作者知识结构为中心的传统写作模式给读者所带来的种种不便和困惑。

本书的编写思路是,充分发挥作者在为《电子世界》《电子制作》和《无线电》等科技期刊撰写单片机技术连载讲座中所积累的写作经验,以及在30多年面授教学过程中所积累的讲课经验,再通过精心编排讲述顺序和精心筛选教学内容,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PIC单片机而进入单片机世界的门槛。书中以讲解PIC16F84单片机为主,并且酌情兼顾PIC单片机大家族中其他成员的个性,以及全体成员的共性简介,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“一读就懂、读了能用、一用就灵”的学习效果;不仅能“给人以鱼”,而且更注重“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,又能掌握以单片机为核心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!”本人深信这条哲理。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,这也是每一位教育工作者追求的最高目标。

本书在内容编排上充分注意了门槛低、入门易、上手快,以及层次性、可读性、实践性、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等内容。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各个环节的全程知识。对于一名初步具备电子技术和微机应用基础知识的初学者,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;单片机指令系统;汇编程序设计基础以及汇编器的用法;单片机仿真器及其用法;程序烧录器及其用法。这些内容书中都有介绍。此外,为了突出实践性,在每个需要演练的技术点之后都精心设计了1~3个针对性强、实用价值高的实验范例,并且调试成功,每个范例大致包括“项目实现功能;硬件电路规划;软件设计思路;汇编程序流程;汇编程序清单;几点补充说明;程序调试方法”等完备的内容。

还特别说明的是涉及PIC系列的“字节”,并不是常说8比特(Byte),请读者阅读本书时留意。

在本书的编著过程中,得到了微芯公司大学计划负责人刘晖女士、清华大学出版社计算机与信息分社梁颖先生、机械科学研究院刘治山高级工程师(教授级)、石家庄铁道大学杨金祥教授、石家庄邮电职业技术学院电信系的曲文敬、范兴娟、吴蓬勃、孙群中、李莉、郑玉红、

刘保庆、李影、李建龙、王贺珍、田洪、刘正波等专家学者们的大力支持和热情鼓励,除了提供最新资料和实验器材之外,还将他们在长期实践中积累的经验体会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宋庆国、蒙洋、杨聪、冯伟伟、王晓超、张宗祥、王金凯、高笑飞、董丹、张拥军、任志刚、李明亮、刘亚川、池俭、李学英、李学凤、范俊海、李学静、李学俊、杨琳、李学峰、邓军、杜太琢、杨瑞琢、王友才、王友起、王友勇、蔡永泽、蔡永岗、张磊、范淑玲、杜雪梅、李晗羽、李子杨、李伟、蔡浩川等。在此一并深表诚挚的谢意!

由于日常教学工作量繁重,加之作者的水平有限,因此书中不妥之处在所难免,敬请广大读者朋友不吝赐教。作者邮箱:18931368650@189.cn。



2017年3月30日

第 1 章 学用 PIC 单片机的背景	1
1.1 了解单片机	1
1.1.1 学用单片机有什么必要性	1
1.1.2 单片机为什么会引人入迷	3
1.1.3 学用单片机有什么现实意义	5
1.2 走近单片机	7
1.2.1 单片机究竟是什么	7
1.2.2 单片机有什么用途	9
1.2.3 单片机有什么特点	10
1.3 看上 8 位 PIC 单片机	11
1.3.1 8 位单片机的突出地位	11
1.3.2 Microchip 公司简介	11
1.3.3 PIC 系列 8 位单片机的优势	12
1.4 选定 PIC16F84A 型号单片机	16
1.4.1 PIC16F84A 的功能特点	16
1.4.2 PIC16F84A 几位近亲兄弟	18
1.4.3 为何选中 PIC16F84A 作为教学模型	18
1.5 本书的写作思路和目标	19
1.6 常用的专业名词和技术术语	21
1.6.1 硬件方面	21
1.6.2 软件方面	24
第 2 章 PIC16F84 硬件资源总览	26
2.1 PIC16F84 内部结构概览	26
2.1.1 PIC16F84 的核心区域	28
2.1.2 PIC16F84 的外围模块区域	30
2.2 PIC16F84 封装形式和引脚功能	30

2.3	程序存储器和堆栈	33
2.4	RAM 数据存储器(文件寄存器)	34
2.4.1	通用寄存器	37
2.4.2	特殊功能寄存器	37
2.5	电源、复位和时钟电路简介	39
2.5.1	电源外接电路	39
2.5.2	时钟外接电路	39
2.5.3	复位外接电路	40
2.6	通用并行端口基本功能、基本结构和基本原理	40
2.6.1	并行端口的基本功能	40
2.6.2	并行端口相关的寄存器	41
2.6.3	并行端口的基本结构	41
2.6.4	并行端口的基本工作原理	43
第3章	寻址方式与指令系统	45
3.1	指令系统概览	45
3.1.1	指令的描述方法	45
3.1.2	指令的时空属性	46
3.1.3	指令的执行时序	46
3.1.4	指令的编码格式	47
3.2	指令的分类方法	48
3.2.1	按实现功能分类	48
3.2.2	按编码格式分类	49
3.2.3	按指令周期分类	50
3.2.4	按寻址方式分类	50
3.2.5	按携带操作数分类	50
3.2.6	按影响标志分类	50
3.2.7	按操作对象分类	51
3.2.8	按使用频度分类	51
3.3	寻址方式	51
3.3.1	立即寻址	52
3.3.2	直接寻址	52
3.3.3	间接寻址	53
3.3.4	位寻址	53
3.3.5	隐含寻址	54
3.4	指令系统分类解析	54
3.4.1	面向字节变量的操作类指令	54
3.4.2	面向位操作类指令	57
3.4.3	面向常数操作和控制操作类指令	58

3.5	数据传递关系	60
3.6	指令系统的内在规律	61
3.7	“内核-寄存器-外围模块”相互关系	62
第4章	汇编语言和汇编程序设计	63
4.1	概述	63
4.1.1	背景知识	63
4.1.2	汇编语言的语句格式	65
4.1.3	程序流程和整体结构	68
4.1.4	源程序文件的书写格式	69
4.2	常用伪指令	71
4.3	四种基本程序结构	73
4.3.1	顺序程序结构	73
4.3.2	分支程序结构	75
4.3.3	循环程序结构	76
4.3.4	子程序结构	77
4.4	数据存储器 RAM 的体选寻址问题	79
4.5	四种个性化实用程序的设计方法	82
4.5.1	初始化程序段设计	82
4.5.2	延时程序设计	83
4.5.3	查表程序设计	85
4.5.4	散转程序设计	88
4.6	汇编器 MPASM 及其应用	89
4.6.1	汇编器 MPASM 简介	89
4.6.2	汇编器 MPASM 的应用	91
4.6.3	汇编器“界面—命令行—LIST”选项对应关系	96
第5章	软件集成开发环境和软件模拟调试技术	98
5.1	集成开发环境 WAVE6000 的组成	98
5.2	集成开发环境 WAVE6000 如何获取	99
5.3	集成开发环境 WAVE6000 如何安装	100
5.4	集成开发环境 WAVE6000 如何启动和退出	102
5.4.1	WAVE6000 的快速上手	102
5.4.2	WAVE6000 工作环境简介	103
5.4.3	WAVE6000 如何退出	104
5.5	如何设置开发模式	104
5.5.1	语言设置卡	104
5.5.2	目标文件设置卡	105
5.5.3	仿真器设置卡	105

5.5.4	通信设置卡	106
5.6	如何创建、保存和打开源文件	107
	【项目范例 5.1】 循环递减实验程序	107
5.6.1	如何利用记事本创建源文件	108
5.6.2	如何利用 WAVE6000 编辑器创建源文件	109
5.6.3	如何挖掘 WAVE6000 编辑器的丰富功能	112
5.6.4	如何利用 WAVE6000 编辑器查看文本文件	115
5.7	如何在 WAVE6000 环境中创建、编辑、制作项目	117
5.7.1	如何创建项目	117
5.7.2	如何编辑项目	118
5.7.3	如何制作项目	119
5.8	如何利用软件模拟器调试项目	121
5.8.1	如何进行复位操作	121
5.8.2	如何进行连续执行(全速执行)	123
5.8.3	如何追查程序执行结果	124
5.8.4	如何进行单步执行	126
5.8.5	如何进行自动和连续单步执行	127
5.8.6	如何设置断点或忽略断点执行	127
5.8.7	如何执行到光标就停	129
5.8.8	如何从指定行开始执行	130
5.8.9	如何修改寄存器内容	131
5.8.10	如何综合利用灵活运用各种调试手段	132
	【项目范例 5.2】 单键触发 8 位二进制循环累加计数器	132
第 6 章	硬件综合开发工具和硬件烧试开发技术	136
6.1	硬件开发工具三件套	136
6.1.1	单片机学习板、实验板、演示板、开发板或目标板	136
6.1.2	程序烧写器、下载器或编程器	138
6.1.3	程序仿真器、调试器或模拟器	138
6.2	介绍一款学习实验开发板 PICbasic84	139
6.2.1	学习实验开发板的电路布局	139
6.2.2	学习实验开发板的规划特色	140
6.2.3	学习实验开发板能帮我们做什么	140
6.3	推荐一款普及型 PIC 程序烧写器/下载器 K150	141
6.3.1	如何安装 K150 软件	142
6.3.2	如何安装和设置 K150 硬件	146
6.3.3	如何疏通 K150 与微机之间的通信	148
6.3.4	如何解析 K150 软件的操作界面	149
6.4	如何操作 K150 烧写器/下载器	150

6.4.1	芯片空白检查(查空).....	150
6.4.2	芯片内容读回(上传).....	150
6.4.3	导出 HEX 文件(保存)	151
6.4.4	导入 HEX 文件(载入)	152
6.4.5	芯片烧写编程(固化).....	153
6.4.6	读取芯片校验(对比).....	153
6.4.7	芯片清空擦除.....	153
6.5	选用软硬件开发工具开发用户项目	154
6.5.1	烧试法单片机应用项目的开发思路.....	154
6.5.2	模拟法单片机应用项目的开发流程.....	156
6.5.3	项目原型机开发示范.....	158
	【项目范例 6.1】 8 珠霹雳灯控制器.....	158
第 7 章	定时器/计数器 TMR0 及其应用实例和开发技巧	165
7.1	定时器/计数器模块的基本用途.....	165
7.2	PIC 单片机定时器/计数器 TMR0 的特性	166
7.3	TMR0 模块相关的寄存器	166
7.4	TMR0 模块的电路结构和工作原理	168
7.4.1	分频器.....	170
7.4.2	TMR0 累加计数寄存器	171
7.5	TMR0 模块的应用举例和开发技巧	172
7.5.1	TMR0 用作硬件定时器	172
	【项目范例 7.1】 进出有序的队列灯	172
7.5.2	TMR0 用作硬件计数器	177
	【项目范例 7.2】 趣味性简易车辆里程表	177
第 8 章	中断概念和中断逻辑及其应用实例和开发技巧.....	184
8.1	中断的基本概念	184
8.2	PIC16F84 的中断源.....	186
8.3	PIC16F84 中断的硬件逻辑.....	186
8.4	中断相关的寄存器	187
8.5	中断的处理	189
8.5.1	中断的延时响应和延时处理问题.....	189
8.5.2	中断的现场保护问题.....	190
8.5.3	需要注意的问题.....	191
8.6	中断功能的应用举例和开发技巧	193
8.6.1	TMR0 溢出中断功能的应用开发	193
	【项目范例 8.1】 构思新颖的闪烁式跑马灯	193
8.6.2	INT 外部中断功能的应用开发	200

【项目范例 8.2】 带电源切换报警的流水式广告灯箱	200
第 9 章 EEPROM 数据存储器及其应用实例和开发技巧	207
9.1 背景知识	207
9.1.1 通用型半导体存储器的种类和特点	207
9.1.2 PIC 单片机内部的程序存储器	208
9.1.3 PIC 单片机内部的 EEPROM 数据存储器	208
9.1.4 PIC16F84 内部 EEPROM 操作方法	209
9.2 EEPROM 读/写相关的寄存器	210
9.3 片内 EEPROM 数据存储器结构和操作原理	213
9.3.1 从 EEPROM 中读取数据	214
9.3.2 向 EEPROM 中烧写数据	215
9.4 写操作的安全保障措施	216
9.4.1 写入校验方法	216
9.4.2 预防意外写操作的保障措施	217
9.5 EEPROM 应用举例和开发技巧	217
【项目范例 9.1】 EEPROM 数据存储器读/写验证	217
【项目范例 9.2】 改进型简易车辆里程表	222
第 10 章 杂项功能及其应用实例和开发技巧	227
10.1 系统配置字和特殊存储单元	227
10.1.1 系统配置字	228
10.1.2 用户识别码 ID	229
10.1.3 器件识别码	230
10.2 监视定时器 WDT	230
10.2.1 程序失控的回复	231
10.2.2 WDT 的电路结构	231
10.2.3 WDT 的工作原理	233
10.2.4 WDT 相关寄存器	233
10.2.5 使用 WDT 的注意事项	234
10.2.6 WDT 的应用举例	234
【项目范例 10.1】 带看门狗监视功能的霹雳灯	234
10.2.7 外扩多功能 WDT 的实现方法	238
10.3 睡眠与唤醒——节电技术	239
10.3.1 睡眠状态的进入	239
10.3.2 睡眠状态的唤醒	240
10.3.3 睡眠功能的开发应用实例	241
【项目范例 10.2】 用看门狗定时唤醒的霹雳灯	241
10.4 时钟配置选项	243

10.4.1 外接晶体振荡器/陶瓷谐振器(LP/XT/HS)	244
10.4.2 外接阻容器件(RC)	245
10.4.3 引入外来时钟源(LP/XT/HS)	246
附录 A ASCII 码表	247
附录 B 特殊功能寄存器及其复位值一览表	249
附录 C 英文指令系统概览	251
附录 D 特殊指令助记符(宏指令)	253
附录 E 宏汇编器 MPASM 伪指令一览表	255
附录 F 包含文件 P16F84A.INC	258
附录 G MPASM 出错、警告、提示 3 类显示信息	263
G.1 出错性显示信息举例	263
G.2 警告性显示信息举例	264
G.3 提示性显示信息举例	265
附录 H 图书配套学习实验开发板 PICbasic84	266
H.1 学习实验开发板的电路原理图	266
H.2 学习实验开发板的功能单元电路详解	267
H.2.1 直流电源电路(多元化)	267
H.2.2 复位电路+时钟电路	269
H.2.3 编程器+调试器接口电路	270
H.2.4 目标单片机插座(18 脚)	272
H.2.5 目标单片机插座(20 脚、14 脚、8 脚)	272
H.2.6 目标单片机插座(28 脚)	273
H.2.7 目标单片机插座(40 脚)	273
H.2.8 并行输入 8 只按钮开关	273
H.2.9 电位器+蜂鸣器+水银开关+光敏电阻器	274
H.2.10 并行输出 9 只 LED 显示器	274
H.2.11 两位共阳极 7 段 LED 数码管——并行驱动	275
H.2.12 四位共阳极 7 段 LED 数码管——串行驱动	275
H.2.13 字符式 LCD 显示器接口电路	276
H.2.14 功率驱动接口电路	277
H.2.15 通用四电压比较器 LM339+逻辑笔	278
H.2.16 SPI 串口 EEPROM 存储器电路	278
H.2.17 I ² C 串口 EEPROM 存储器电路	279
H.2.18 电平转换器 MAX232 串行通信接口电路	279

H. 2. 19 总结归纳	279
附录 I 多功能单片机监控器 MAX705/706/813L	281
I. 1 概述	281
I. 2 内部结构和引脚功能	282
I. 3 功能说明	283
I. 3. 1 RESET/ $\overline{\text{RESET}}$ 操作	283
I. 3. 2 看门狗定时器	284
I. 3. 3 人工复位	284
I. 3. 4 电源失常比较器	284
I. 4 电气参数和时序图	285
I. 4. 1 极限参数	285
I. 4. 2 电气参数	285
I. 5 典型应用实例	287
附录 J K150——PIC 单片机烧写器的特点及其烧写型号	288
附录 K PIC16C84/F83/F84/CR83/CR84/F84A 各型号差异	292
附录 L SIM84 软硬件模拟器——特别适合 PIC16F84 单片机初学者上手演练 的一款免费软件	294
L. 1 软硬件模拟器 SIM84 简介	295
L. 1. 1 硬件仿真器	295
L. 1. 2 软件模拟器	295
L. 1. 3 软硬件模拟器 SIM84	295
L. 2 SIM84 的安装与启用	297
L. 2. 1 安装条件	297
L. 2. 2 安装方法	297
L. 2. 3 首次启用	298
L. 2. 4 画面介绍	299
L. 3 初次体验程序的运行与调试	299
L. 3. 1 使用系统命令“L”(Load,载入范例程序)	301
L. 3. 2 使用系统命令“G”(Go,运行范例程序)	301
L. 3. 3 按动 Esc 键停止程序的执行	302
L. 3. 4 使用系统命令“Q”(Quit,终止范例程序的运行)	302
L. 4 SIM84 系统命令	302
L. 5 汇编器 MPASM 使用说明	313
L. 5. 1 EQU——符号名赋值伪指令	314
L. 5. 2 ORG——程序起始地址定义伪指令	314
L. 5. 3 END——程序结束伪指令	314

L. 5. 4	LIST——列表选项伪指令	314
L. 6	程序举例	318
L. 6. 1	跑马灯范例	318
L. 6. 2	步进马达转动	319
L. 6. 3	七段数码管查表驱动	320
L. 6. 4	波形产生与显示	321
L. 6. 5	数码显示计数器	327
L. 6. 6	SIM84 环境中各种虚拟的电子组件附图	330
参考文献		335

学用PIC单片机的背景

近些年来,出现在国际市场上的单片机,功能不断增多,性能不断提高,而价格却不断下降。随着我国对外开放的力度不断加大,世界上一些著名的微电子公司都在积极开拓我国市场,这使得国内上市的单片机品种型号越来越繁多,价格也越来越低廉。这给电子爱好者或初学者学习和利用单片机提供了丰富廉价的物质基础,因此,有越来越多的电子爱好者、相关专业的在校生把越来越多的注意力转移到单片机上。

单片机与常用的 TTL、CMOS 数字集成电路相比掌握起来不太容易,问题在于单片机具有智能化功能,不光要学习其硬件还要学习其软件,而且软件设计需有一定的创造性。这虽然给学习它的人带来一定的难度,但这也正是它的迷人之处。初学者能否在没有太多专业基础知识的情况下,通过自学在很短的时间内掌握单片机技术?事实表明是做得到的!甚至再经过反复实践,将自己培养成小型单片机应用项目的技术研发人员或应用工程师也是有可能的!

1.1 了解单片机

1.1.1 学用单片机有什么必要性

在综观单片机技术和单片机产品的基础上,作者在此试图仅仅从以下几个方面,来帮助读者认识、感受和判断,在面临当今技术飞速发展的紧迫形势下,学习单片机的理论知识、掌握单片机的应用开发技术有多么重要和必要。

(1) 单片机控制产品和应用技术的广泛普及,正以我们始料未及的速度在迅猛膨胀和加速,这必将对于人们的工作、学习、生活等各个方面产生越来越重要的影响,也必将渗透到工业、农业、商业、医疗、国防、科研等各个领域。

(2) 家用电器和办公设备的智能化、信息化、网络化、模糊控制化已成为世界潮流,单片

机在其中起着不可或缺的作用。

(3) MOTOROLA 公司曾经做过市场调查,2010 年平均每人每天接触到的单片机,就已多达 351 片甚至更多。例如,一台微机系统中约嵌入了 10 余片单片机;一辆 RMW-7 系列宝马轿车中嵌入了 63 片单片机。

(4) 目前我国在世界贸易的大环境下,全球融合的进程中,和国际分工的大趋势下,制造大国和制造中心地位逐渐确立和日益巩固,日用电器和机电产品出口比重不断加大,使得单片机及其嵌入式应用开发人才愈加炙手可热。

(5) 单片机芯片属于高新技术的结晶和典型代表之一。我们没有理由拒绝掌握这种能够容易接触、轻松上手,而且又成本低廉的实用技术和开发技能。

(6) 单片机的出现和应用是对传统控制技术的一场革命。例如,对于任何一种家用电器,一旦将其中的布线逻辑控制电路,升级为基于单片机的控制电路,则不仅使其性能得到提高,而且还会使其功能得到大幅度扩充,从而会更加吸引消费者注目,激发消费者的购买欲望。

(7) 计算机技术的发展所形成的“两大分支”(通用计算机系统和嵌入式系统),其中以单片机应用为典型的嵌入式系统控制器,是越来越重要的一个分支。

(8) 一些过去很少染指单片机及其嵌入式应用技术的科普性科技期刊,例如《电子世界》《无线电》《电子制作》等,都纷纷开辟单片机专栏,开办单片机讲座,加大单片机文章比重,甚至配套提供单片机学习器材和实验工具。为日益高涨的单片机普及浪潮添风加力。

(9) 从电子爱好者、无线电爱好者升级到单片机爱好者是必然趋势。正像一位网友所说的那样,如果不懂单片机都不好意思说自己是搞电子的。

(10) 当今从事单片机的应用开发,已经成为社会需求的热门技术、热门专业和热门人才。每年劳动部门或人才市场统计和公布的各类职业社会需求排行榜,与单片机相关的电子等专业的职位需求,基本都名列前茅。

(11) 单片机的原理解析和实战演练,是培养读者动手能力、操作技能、制作兴趣和创新意识的一个经济实用的实训平台。

(12) 通过单片机的学习和应用,能够帮助读者更好地、更深入地理解电子计算机的工作原理和操作过程。

(13) 单片机学科,是从应试教育到素质教育的优选学科。因此,有很多并且会越来越多的高等院校,为其电子、电信、电脑、电器、电力、电工、电气、机电、仪表、轻工、自控等涉电专业的研究生、本科生、职高生、中专生等不同层次的在校生开设了单片机课程。

(14) 时下,在工科、工程或职业类院校中的一些涉电专业,在校生或毕业生的课程设计和毕业设计,甚至电子制作竞赛等实训项目,其选题范围绝大多数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?作者认为其主要原因应该是,以单片机为核心的项目制作,能够把大学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,能够涉及到的学科知识有:电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、传感器技术、电子设计自动化(EDA)、PROTEL、微机原理、汇编语言、C 语言、微机接口技术、程序设计、计算机应用基础等;甚至随着项目技术含量的提升,还会触及到数据结构、操作系统、数据库、通信原理、数据通信、计算机网络、可编程逻辑器件等。

(15) 近年来,包括重点高校在内的一些大学,还将单片机学科列入报考研究生所需要