



手把手教你学系列丛书



手把手教你学 单片机 (第2版)

周兴华 编著



新增多媒体教学例程



北京航空航天大学出版社

手把手教你学系列丛书

手把手教你学单片机 (第2版)

周兴华 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以实际编程及做实验为主线贯穿全书。完全摒弃教科书的方法,采用“程序完成后软件仿真→单片机烧录程序→试验板通电实验”的方法,以全新的方式边学边实验,将初学者领进单片机世界的大门。第2版增加了单片机的接口扩展和驱动内容。随书所附的光盘中提供了本书所有的实验程序文件,并增加了多媒体教学例程,可供读者在学习、实验时参考。

本书的读者对象是大中专学生、职业学校学生、广大电子制作爱好者。

图书在版编目(CIP)数据

手把手教你学单片机/周兴华编著. —2版. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.6

ISBN 978-7-81124-077-1

I. 手… II. 周… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058388 号

© 2007, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

手把手教你学单片机(第2版)

周兴华 编著

责任编辑 胡晓柏

*

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:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:531千字

2007年6月第2版 2007年6月第1次印刷 印数:6000册

ISBN 978-7-81124-077-1 定价:29.00元(含光盘1张)

第2版前言

作者从20世纪80年代初就开始了电子制作实践,从刚开始装收音机、耳塞机,到后来的对讲机、电视机等,一直到最后研究自动化控制,由于采用的是晶体管分立元件电路或集成电路—晶体管混合式电路,系统越来越复杂,调试、排故、修理也越来越麻烦。

自从单片机问世后,笔者就知道了它的巨大作用,单片机——单片微型计算机,即单片微电脑。如果用它来取代经典电子控制电路,具有体积小,元件省,功能强,可靠性高,应用灵活等优点。有人曾戏称,一条软件指令可取代好几个晶体管或数字逻辑单元,其实一点也不为过。

现在有很多的年青人(包括许多在校学自动化控制技术的学生),没有从事过电子制作实践,不清楚自动化控制系统是由什么构成的,更不清楚以前的自动化控制系统有多么复杂,故障率有多高,因此自然不明白单片机嵌入式系统所带来的自动化控制系统领域的巨大飞跃。难怪有人感叹,现在有些学自动化控制的学生,到了即将毕业时还不清楚单片机是这个专业的核心基础。

从20世纪70年代末期单片机的诞生之日起,因其具有体积小,功能强,应用面广等优点,便首先进入了自动化控制领域,并树立了它的核心地位。进入90年代中后期,随着单片机开发条件的成熟(集成开发环境的推出及PC机的普及)及开发工具、成本的大幅度下降,单片机开始以前所未见的速度取代着传统电子线路构成的经典系统,蚕食着传统数字电路与模拟电路固有的领地。同时,学习与应用单片机的高潮正在工厂、学校及企事业单位大规模地兴起。

但是,学习单片机并不像学习传统数字电路或模拟电路那样比较直观,原因是除了“硬件”之外还存在一个“软件”的因素。正是这个“软件”因素的存在,使得许多初学者怎么也弄不懂单片机的工作过程,他们怎么也不明白为什么将几个数送来送去,就能控制一盏灯的亮/灭或一个电机的变速?由此对单片机产生一种、“敬畏”甚至“恐惧”感,阻碍了学习单片机的热情与兴趣,这就有社会上“单片机难学”一说。

作者多年来与众多的电子爱好者、在校学生打过交道,深知他们学习单片机中碰到的难处,作者本人也是从一个电子爱好者成长为工程师的,此过程自然少不了学习、探索、实践、进步这样一条规律,因此深切地知道,学单片机主要难在不得要领,难以入门。一旦找到学习的捷径,入了门,能初步掌握编程技术并产生实际效果,那么必然信心大增。接下来,再向新的深度、广度进军时,心里也不那么焦虑,比较坦然了,能够一步一个脚印地扩展自己的知识面。

从与这些朋友的交流来看,他们感兴趣的是单片机编程应用的实例,而且主要喜欢入门难度低、程序短且能立竿见影的初级实例。单纯讲指令太枯燥,很少有人能理解透彻,因此编写本书的思路是以实战(实际编程及做实验)为主线贯穿全书,中间再穿插介绍指令,这样,初学者有兴趣,易接受,能达到很好的学习效果。学习单片机,要理论、实践并重,光看书不动手,无疑是“纸上谈兵”!

考虑到初学者的接受能力及学习成本,学习时主要采用“程序完成后软件仿真→单片机烧录

程序→试验板通电实验”的方法,而没有采用价格昂贵的在线仿真器(ICE)进行实验。这样整套实验器材(不包括PC机)只有几百元,对大部分已工作的爱好者来说,都有这个经济能力。

编写《手把手教你学单片机》的宗旨就是根据作者的亲身体验,以最实用的方法,最易入门的手法,将初学者领进单片机世界的大门,使这些仅稍懂硬件原理的人通过实践能理解软件的作用,让他们知道在单片机组成的系统中硬件与软件的区分并不绝对,硬件能做的工作,一般情况下软件也能完成;同样,软件的功能也可用硬件替代。等初步学会了单片机软件设计后,可将通常由硬件完成的工作交由软件实现,这样,系统的体积将减小,功耗和成本将大大降低,而功能得到提升与增强,使习惯于传统电路设计的人对单片机产生一种妙不可言的亲 and 感,感觉到真正找到了一种理想化的器件,真正感受、体会到现代微型计算机的强大作用,从而投身于单片机的领域中。

《手把手教你学单片机(第2版)》吸纳了第1版出版后读者来信来电反馈的意见,除了更正第1版中的一些错误后,根据初学者的反映意见增加了第21章,使读者能初步了解和使用单片机简单的接口扩展与驱动。另外,随书所附的光盘中,还增加了多媒体教学例程,使初学者可直接播放作者所做的屏幕录像,解决入门的难题。光盘中还提供了本书所有的实验程序文件,读者朋友在学习、实验时可参考。

参与本书编写工作的主要人员有周兴华、吕超亚、傅飞峰、周济华、沈惠莉、周渊、周国华、丁月妹、周晓琼、钱真、周桂华、刘卫平、周军、李德英、朱秀娟等,全书由周兴华统稿并审校。

本书的编写工作得到了北京航空航天大学何立民教授的关注与鼓励,北京航空航天大学出版社的策划编辑胡晓柏也做了大量耐心细致的工作,使本书得以顺利完成,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中必定还存在不少缺点或漏洞,诚挚欢迎广大读者提出意见并不吝赐教。

周兴华

2007年4月

本书所配的实验器材如下:

- TOP851 多功能编程器;
- LED 输出试验板;
- 数码管输出试验板;
- 16×2 字符型液晶显示模组;
- 5 V 高稳定专用稳压电源;
- 配套软件。

读者如自制或购买以上实验器材有困难时,可与作者联系,咨询购买事宜。联系方式如下:

地址:上海市闵行区莲花路 2151 弄 57 号 201 室(201103)

联系人:周兴华

电话(传真):021-64654216 13044152947

技术支持 E-mail: zxx2151@sohu.com; zxx2151@yahoo.com.cn

作者主页: <http://www.hlelectron.com>



第1章 实验设备及器材使用介绍

- 1.1 单片机的发展史及特点 1
- 1.2 单片机入门的有效途径 2
- 1.3 实验工具及器材 3
 - 1.3.1 Keil C51 Windows 集成开发环境 3
 - 1.3.2 TOP851 多功能编程器 4
 - 1.3.3 LED 输出试验板 5
 - 1.3.4 LED 数码管输出试验板 6
 - 1.3.5 5 V 高稳定专用稳压电源 ... 8
 - 1.3.6 16×2 字符型液晶显示模组 8

第2章 Keil C51 集成开发环境及 TOP851 多功能编程器

- 2.1 Keil C51 集成开发环境软件安装 10
- 2.2 TOP851 烧录软件安装 11
- 2.3 TOP851 烧录软件操作 12
 - 2.3.1 文件操作和编辑 12
 - 2.3.2 选择型号 16
 - 2.3.3 读/写单片机 17

第3章 初步接触 KeilC51 及 TOP851 软件并感受第一个演示程序效果

- 3.1 建立一个工程项目,选择芯片并确定选项 19
- 3.2 建立源程序文件 21
- 3.3 添加文件到当前项目组中 22
- 3.4 编译(汇编)文件 23

- 3.5 检查并修改源程序文件中的错误 24
- 3.6 软件模拟仿真调试 24
- 3.7 烧录程序(编程操作) 25
- 3.8 观察程序运行的结果 27

第4章 单片机的基本知识

- 4.1 MCS-51 单片机的基本结构 ... 28
- 4.2 80C51 基本特性及引脚定义 29
 - 4.2.1 80C51 的基本特征 29
 - 4.2.2 80C51 的引脚定义及功能 30
- 4.3 80C51 的内部结构 31
- 4.4 80C51 的存储器配置和寄存器 33

第5章 汇编语言程序指令的学习

- 5.1 MCS-51 单片机的指令系统 ... 37
- 5.2 汇编语言的特点 38
- 5.3 汇编语言的语句格式 38

第6章 数据传送指令的学习及实验

- 6.1 按寻址方式分类的数据传送指令 40
 - 6.1.1 立即数寻址 40
 - 6.1.2 直接寻址 40
 - 6.1.3 寄存器寻址 40
 - 6.1.4 寄存器间接寻址 40
 - 6.1.5 位寻址 41
 - 6.1.6 变址寻址 41
 - 6.1.7 相对寻址 41

6.2 点亮/熄灭一个发光二极管的实验, 自动循环工作	41
6.2.1 实现方法	41
6.2.2 源程序文件	41
6.2.3 程序分析解释	43
6.2.4 小 结	43
6.3 点亮/熄灭一个发光二极管的实验, 点亮/熄灭时间自动发生变化 (分3段),自动循环工作	43
6.3.1 实现方法	43
6.3.2 源程序文件	44
6.3.3 程序分析解释	45
6.3.4 小 结	45
6.4 P1口的8个发光二极管每隔2个 右循环点亮实验	46
6.4.1 实现方法	46
6.4.2 源程序文件	46
6.4.3 程序分析解释	46
6.4.4 小 结	47
6.5 MCS-51内部的RAM和特殊功 能寄存器SFR的数据传送指令	47
6.5.1 以累加器为目的的操作数	47
6.5.2 以寄存器为目的的操作数	47
6.5.3 以直接地址为目的的操作数	47
6.5.4 以寄存器间接地址为目的的操 作数	48
6.5.5 16位数据传送	48
6.6 “跑马灯”实验	48
6.6.1 实现方法	48
6.6.2 源程序文件	49
6.6.3 程序分析解释	51
6.6.4 小 结	53
6.7 单片机的受控输出显示实验	53
6.7.1 实现方法	53
6.7.2 源程序文件	53
6.7.3 程序分析解释	54
6.8 小 结	55

第7章 算术运算指令的学习及实验

7.1 算术运算指令	56
7.1.1 加法指令	56
7.1.2 带进位加法指令	56
7.1.3 带借位减法指令	56
7.1.4 乘法指令	57
7.1.5 除法指令	57
7.1.6 加1指令	57
7.1.7 减1指令	57
7.1.8 二-十进制调整指令	58
7.2 52H、FCH两数相加实验,结果 从P1口输出	58
7.2.1 实现方法	58
7.2.2 源程序文件	58
7.2.3 程序分析解释	59
7.3 FFH、03H两数相乘实验,结果 从P0、P1口输出	60
7.3.1 实现方法	60
7.3.2 源程序文件	60
7.3.3 程序分析解释	61
7.4 加1指令实验,让P1口的8个发 光二极管模拟二进制的加法运算	61
7.4.1 实现方法	61
7.4.2 源程序文件	61
7.4.3 程序分析解释	62
7.5 加1指令实验(不进行二-十进制 调整)	62
7.5.1 实现方法	62
7.5.2 源程序文件	63
7.5.3 程序分析解释	64
7.6 加1指令实验(进行二-十进制调整)	64
7.6.1 实现方法	64
7.6.2 源程序文件	64
7.6.3 程序分析解释	65
7.7 小 结	66

第8章 逻辑运算指令的学习及实验

8.1 逻辑运算指令	67
------------	----

8.1.1 累加器 A 取反指令	67	10.1.2 位控制修正指令	87
8.1.2 累加器 A 清 0 指令	67	10.1.3 位逻辑运算指令	88
8.1.3 逻辑“与”指令	67	10.2 将 P1.0 的状态传送到 P2.0 的	
8.1.4 逻辑“或”指令	68	实验	88
8.1.5 逻辑“异或”指令	68	10.2.1 实现方法	88
8.1.6 循环移位指令	68	10.2.2 源程序文件	88
8.1.7 累加器半字节交换指令	69	10.2.3 程序分析解释	89
8.2 逻辑运算举例一	69	10.3 比较输入数大小的实验	90
8.2.1 实现方法	69	10.3.1 实现方法	90
8.2.2 源程序文件	69	10.3.2 源程序文件	90
8.2.3 程序分析解释	71	10.3.3 程序分析解释	91
8.3 逻辑运算举例二	72	10.4 将累加器 A 中的立即数移出的	
8.3.1 实现方法	72	实验	91
8.3.2 源程序文件	72	10.4.1 实现方法	92
8.3.3 程序分析解释	73	10.4.2 源程序文件	92
8.4 逻辑运算举例三	73	10.4.3 程序分析解释	92
8.4.1 实现方法	74	10.5 实现逻辑函数的实验	93
8.4.2 源程序文件	74	10.5.1 实现方法	93
8.4.3 程序分析解释	74	10.5.2 源程序文件	93
8.5 小 结	75	10.5.3 程序分析解释	94
第 9 章 控制转移类指令的学习及实验		第 11 章 栈操作指令、空操作指令、伪指令	
9.1 控制转移类指令	76	及字节交换指令的学习	
9.1.1 无条件转移指令	76	11.1 栈操作指令	96
9.1.2 条件转移指令	77	11.1.1 堆栈指令	96
9.1.3 比较转移指令	77	11.1.2 出栈指令	96
9.1.4 循环转移指令	78	11.2 空操作指令	96
9.1.5 子程序调用及返回指令	78	11.3 伪指令	97
9.2 散转程序实验	79	11.3.1 汇编起始命令	97
9.2.1 实现方法	79	11.3.2 汇编结束命令	97
9.2.2 源程序文件	80	11.3.3 等值命令	97
9.2.3 程序分析解释	82	11.3.4 定义字节命令	98
9.2.4 小 结	83	11.3.5 定义字命令	98
9.3 统计含 58H 关键字的实验	84	11.3.6 预留存储区命令	99
9.3.1 实现方法	84	11.3.7 定义位命令	99
9.3.2 源程序文件	84	11.3.8 定义数据地址命令	99
9.3.3 程序分析解释	85	11.4 字节交换指令	99
第 10 章 位操作指令的学习		11.5 查 0~9 平方表实验	100
10.1 位操作指令	87	11.5.1 实现方法	100
10.1.1 位数据传送指令	87	11.5.2 源程序文件	100

11.5.3 程序分析解释.....	102	13.2.2 中断响应.....	127
11.6 利用 NOP 指令产生精确方波		13.3 令 LED 输出试验板上的蜂鸣器	
实验.....	104	发出 1 kHz 音频的实验	128
11.6.1 实现方法.....	104	13.3.1 实现方法.....	128
11.6.2 源程序文件.....	104	13.3.2 源程序文件.....	129
11.6.3 程序分析解释.....	106	13.3.3 程序分析解释.....	129
11.7 MCS-51 指令分类表	107	13.4 利用外中断方式进行数据采集	
第 12 章 定时器/计数器及实验		实验.....	130
12.1 定时器/计数器的结构及工作		13.4.1 实现方法.....	130
原理.....	111	13.4.2 源程序文件.....	130
12.2 定时器/计数器方式寄存器和		13.4.3 程序分析解释.....	131
控制寄存器.....	112	13.5 中断嵌套实验.....	132
12.3 定时器/计数器的工作方式 ..	113	13.5.1 实现方法.....	132
12.3.1 方式 0	113	13.5.2 源程序文件.....	132
12.3.2 方式 1	114	13.5.3 程序分析解释.....	133
12.3.3 方式 2	115	13.6 交通灯控制器实验.....	134
12.3.4 方式 3	115	13.6.1 实现方法.....	134
12.4 定时器/计数器的初始化	116	13.6.2 源程序文件.....	134
12.5 蜂鸣器发音实验.....	117	13.6.3 程序分析解释.....	136
12.5.1 实现方法.....	117	13.7 键控计数实验.....	138
12.5.2 源程序文件.....	117	13.7.1 实现方法.....	138
12.5.3 程序分析解释.....	118	13.7.2 源程序文件.....	138
12.6 定时器 T1 方式 2 计数实验		13.7.3 程序分析解释.....	139
.....	118	第 14 章 汇编语言的程序设计及实验	
12.6.1 实现方法.....	118	14.1 单片机应用系统的设计过程	
12.6.2 源程序文件.....	119		141
12.6.3 程序分析解释.....	119	14.2 汇编语言程序设计步骤.....	142
12.7 定时器 T1 方式 1 定时实验		14.3 顺序程序设计.....	142
.....	120	14.4 右移循环流水灯实验.....	143
12.7.1 实现方法.....	120	14.4.1 实现方法.....	143
12.7.2 源程序文件.....	120	14.4.2 源程序文件.....	143
12.7.3 程序分析解释.....	121	14.4.3 程序分析解释.....	144
第 13 章 中断系统及实验		14.5 循环程序设计.....	145
13.1 中断的种类.....	124	14.6 找数据块中最大数的实验.....	145
13.1.1 外中断.....	124	14.6.1 实现方法.....	145
13.1.2 内中断.....	124	14.6.2 源程序文件.....	146
13.2 MCS-51 单片机的中断系统		14.6.3 程序分析解释.....	147
.....	124	14.7 延时子程序的结构.....	148
13.2.1 中断源及控制.....	124	14.8 寻找 ASCII 码“\$”的实验 ..	149

14.8.1 实现方法	149
14.8.2 源程序文件	149
14.8.3 程序分析解释	150
14.9 子程序设计、调用及返回	151
14.9.1 子程序的结构特点	151
14.9.2 编写子程序时的注意要点	151
14.9.3 子程序的调用与返回	152
14.9.4 子程序嵌套	152
14.10 使 P0 口的 8 个 LED 闪烁 20 次实验	152
14.10.1 实现方法	152
14.10.2 源程序文件	152
14.10.3 程序分析解释	153
14.11 分支程序设计	154
14.11.1 单分支程序	154
14.11.2 多分支程序	154
14.12 做简单的 +、-、×、÷ 实验	156
14.12.1 实现方法	156
14.12.2 源程序文件	156
14.12.3 程序分析解释	158
14.13 查表程序设计	160
14.14 单片机演奏音乐的实验	161
14.14.1 实现方法	161
14.14.2 源程序文件	161
14.14.3 程序分析解释	163
14.15 数据排序实验	164
14.15.1 实现方法	164
14.15.2 源程序文件	165
14.15.3 程序分析解释	171
第 15 章 键盘接口技术及实验	
15.1 独立式键盘	172
15.2 行列式键盘	173
15.3 独立式键盘接口的编程模式	173
15.4 行列式键盘接口的编程模式	174
15.5 键盘工作方式	174

15.6 独立式键盘输入实验	175
15.6.1 实现方法	175
15.6.2 源程序文件	175
15.6.3 程序分析解释	177
15.7 行列式键盘输入实验	178
15.7.1 实现方法	178
15.7.2 源程序文件	178
15.7.3 程序分析解释	180
15.8 扫描方式的键盘输入实验	181
15.8.1 实现方法	181
15.8.2 源程序文件	181
15.8.3 程序分析解释	182
15.9 定时中断方式的键盘输入实验	183
15.9.1 实现方法	183
15.9.2 源程序文件	183
15.9.3 程序分析解释	184
第 16 章 LED 显示器接口技术及实验	
16.1 LED 数码显示器的构造及特点	186
16.2 LED 数码显示器的显示方法	188
16.2.1 静态显示法	188
16.2.2 动态扫描显示法	189
16.3 静态显示实验	190
16.3.1 实现方法	190
16.3.2 源程序文件	190
16.3.3 程序分析解释	191
16.4 慢速动态显示实验	192
16.4.1 源程序文件	192
16.4.2 程序分析解释	193
16.5 快速动态显示实验	193
16.5.1 源程序文件	193
16.5.2 程序分析解释	194
16.6 实时时钟实验	195
16.6.1 实现方法	195
16.6.2 源程序文件	195
16.6.3 程序分析解释	198

第 17 章 字符型液晶(LCD)模块原理及设计学习

17.1	液晶显示器概述·····	202
17.2	16×2 字符型液晶显示模块(LCM)特性·····	203
17.3	16×2 字符型液晶显示模块(LCM)引脚及功能·····	203
17.4	16×2 字符型液晶显示模块(LCM)的内部结构·····	203
17.5	液晶显示控制驱动集成电路 HD44780 特点·····	204
17.6	HD44780 工作原理·····	205
17.6.1	DDRAM——数据显示用 RAM·····	206
17.6.2	CGROM——字符产生器 ROM·····	207
17.6.3	CGRAM——字型、字符产生器 RAM·····	208
17.6.4	IR——指令寄存器·····	209
17.6.5	DR——数据寄存器·····	209
17.6.6	BF——忙碌标志信号·····	209
17.6.7	AC——地址计数器·····	209
17.7	LCD 控制器的指令·····	209
17.7.1	清除显示器·····	210
17.7.2	光标归位设定·····	210
17.7.3	设定字符进入模式·····	210
17.7.4	显示器开关·····	210
17.7.5	显示光标移位·····	211
17.7.6	功能设定·····	211
17.7.7	CGRAM 地址设定·····	211
17.7.8	DDRAM 地址设定·····	211
17.7.9	忙碌标志 BF 或 AC 地址读取·····	212
17.7.10	写数据到 CGRAM 或 DDRAM 中·····	212
17.7.11	从 CGRAM 或 DDRAM 中读取数据·····	212
17.8	LCM 工作时序·····	212
17.9	单片机驱动 LCM 的电路·····	213

第 18 章 体验第一个液晶程序的效果并建立模块化设计的相关子程序

18.1	体验第一个液晶程序的效果·····	215
18.1.1	源程序文件·····	215
18.1.2	程序分析解释·····	218
18.2	查询忙碌标志信号子程序·····	222
18.2.1	源程序文件·····	222
18.2.2	程序分析解释·····	222
18.3	写指令到 LCM(IR 寄存器)子程序·····	223
18.3.1	源程序文件·····	223
18.3.2	程序分析解释·····	223
18.4	写数据到 LCM(DR 寄存器)子程序·····	223
18.4.1	源程序文件·····	223
18.4.2	程序分析解释·····	224
18.5	清除显示屏子程序·····	224
18.5.1	源程序文件·····	224
18.5.2	程序分析解释·····	224
18.6	启动 LCM 子程序·····	224
18.6.1	源程序文件·····	225
18.6.2	程序分析解释·····	225
18.7	让字母“F”在显示屏的第 2 行第 10 列显示·····	227
18.7.1	源程序文件·····	227
18.7.2	程序分析解释·····	228
18.8	使 LCM 显示 2 行字符串(英文信息)·····	229
18.8.1	源程序文件·····	229
18.8.2	程序分析解释·····	232
18.9	使 LCM 显示 2 行字符串(英文信息)并循环移动·····	233
18.9.1	源程序文件·····	233
18.9.2	程序分析解释·····	235
第 19 章	简单的液晶显示型自动化仪器的设计学习及实验	
19.1	工业生产自动计数器·····	238
19.1.1	实现方法·····	238

19.1.2	源程序文件	238
19.1.3	程序分析解释	246
19.2	设备运行状态自动显示器	249
19.2.1	实现方法	250
19.2.2	源程序文件	250
19.2.3	程序分析解释	253
19.3	液晶显示计时时钟	254
19.3.1	源程序文件	254
19.3.2	程序分析解释	260
19.4	让液晶显示屏显示自制图形“中”	264
19.4.1	实现方法	264
19.4.2	源程序文件	264
19.4.3	程序分析解释	266
19.5	液晶显示屏显示复杂的自制图形	268
19.5.1	实现方法	268
19.5.2	源程序文件	268
19.5.3	程序分析解释	271
第 20 章 Keil C51 集成开发环境的设置及调试方法		
20.1	工程项目的建立、源程序文件的建立及加载	273
20.1.1	建立工程文件	274
20.1.2	源程序文件的建立	276
20.1.3	添加文件到当前项目组中	278
20.2	工程的详细设置	280
20.2.1	Target 页面	280
20.2.2	Output 页面	281
20.2.3	Listing 页面	282
20.2.4	C51 页面	283
20.2.5	Debug 页面	284
20.3	编译、连接	285
20.4	Keil C51 集成开发环境软件的调试方法	286
20.4.1	常用调试命令	286
20.4.2	断点设置	286

20.4.3	在线汇编	287
20.4.4	程序调试时的常用窗口	287
20.5	外围接口工具	289
20.5.1	P1 口作为输入端口	289
20.5.2	P1 口作为输出端口	290
20.5.3	外部中断 INT0	291
20.5.4	定时器/计数器 0	292
第 21 章 看门狗定时器使用及简单的接口扩展		
21.1	看门狗定时器的使用	293
21.2	实验: P0~P3 口的 32 个 LED(发光管)依次流水点亮,形成“流水灯”	293
21.2.1	实现方法	294
21.2.2	源程序文件	294
21.2.3	程序分析解释	295
21.3	模拟程序失控情况的“流水灯”实验	297
21.3.1	源程序文件	297
21.3.2	程序分析解释	299
21.4	简单的接口功率扩展	300
21.5	常用的外部芯片扩展	302
21.5.1	数据存储器 6264 的扩展及应用实例	303
21.5.2	用 8255A 可编程并行接口芯片扩展 I/O 口及应用实例	307
21.5.3	用 8155A 可编程并行接口芯片扩展 I/O 口及应用实例	310
21.5.4	扩展 8 位 A/D 转换芯片 ADC0809 及应用实例	314
21.5.5	扩展 8 位 D/A 转换芯片 DAC0832 及应用实例	317

第 1 章

实验设备及器材使用介绍

1.1 单片机的发展史及特点

自从 1945 年世界上第一台电子管数字计算机 ENIAC 在美国宾西法尼亚大学诞生至今, 计算机技术取得了突飞猛进的发展。一方面, 计算机向着高速、智能化的巨型超级机方向发展, 运算速度已达数十万亿次每秒; 另一方面, 计算机则向着微型化的方向发展, 一个纯单片的微型计算机的体积比人的指甲还小。一个典型的数字计算机系统应包括运算器、控制器、数据与程序存储器、输入/输出接口四大部分。如果将它们集成在一小块硅片上, 就构成了微型单片计算机, 简称单片机。

1975 年, 美国德州仪器公司(Texas Instruments)的第一个单片机 TMS-1000 问世。迄今为止, 仅 30 年时间, 单片机技术已成为计算机技术的一个重要分支; 单片机的应用领域也越来越广泛, 特别是在工业自动化控制和智能化仪器仪表中扮演着极其重要的角色。

单片机除了具备一般微型计算机的功能外, 为了增强实时控制能力, 绝大部分单片机的芯片上还集成有定时器/计数器, 某些增强型单片机还带有 A/D 转换器、D/A 转换器、语音控制、WDT、PWM 等功能部件。单片机在结构上的设计主要是面向控制的需要, 因此, 它在硬件结构、指令系统和 I/O 能力等方面均有其独特之处, 其显著的特点之一就是具有非常有效的控制功能, 为此, 又称为微控制器 MCU(Micro Controller Unit)。所以, 单片机不但与一般的微处理机一样, 是一个有效的数据处理机, 而且还是一个功能很强的过程控制机。

随着世界各大半导体厂商竞相研制和开发各种单片机, 目前单片机的产品已达数百种系列, 上千种型号。就字长而言, 发展方向主要是 8 位和 32 位机, 4 位机面临淘汰, 16 位机形成不了气候。

单片机自诞生以来, 由于其固有的优点——低成本、小体积、高可靠性、高附加值、通过更改软件就可改变控制对象等, 已越来越成为电子工程师设计产品时的首选器件之一。过去一个复杂电路才能实现的功能, 也许现在用一个纯单片机芯片就能实现。目前, 单片机控制系统(也称嵌入式控制器)正以空前的速度取代着经典电子控制系统。学习单片机并掌握其设计使用技术, 已成为当代大学生、电子工程师、电子爱好者的必备技能。

1.2 单片机入门的有效途径

对一个初学单片机的人来说,学习的方法和途径非常重要。如果按教科书式的学法,上来就是一大堆指令、名词,学了半天还搞不清这些指令起什么作用,能够产生什么实际效果,那么也许用不了几天就会觉得枯燥乏味而半途而废。所以学习与实践结合是一个好方法,边学习,边演练,这样用不了几次就能将用到的指令理解、吃透、扎根于脑海,甚至“根深蒂固”。

这本针对单片机入门级爱好者编著的书《手把手教你学单片机》,就是根据作者及一些从事单片机学习的朋友的经验,采用边学边练的循序渐进方式,逐步推进,直至掌握单片机的基本编程技术,进入单片机世界的殿堂。

现在学习单片机技术,已不像十多年前那么艰苦了。家用电脑(PC机)十分普及,因此借助于电脑,采用集成开发环境进行编程开发、模拟仿真非常有效,同时再辅以试验板进行实验,眼睛看得见,耳朵听得到,更能深刻理解指令是怎样转化成信号去控制电子产品的。

目前单片机品种很多,但最具代表性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机以其典型的结构、完善的总线、SFR(特殊功能寄存器)的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。凡是学过 MCS-51 系列单片机的人再去学用其他类型的单片机易如反掌,因此目前学校的教学及初学者入门学习大多采用 MCS-51 系列单片机教材。这里我们的学习内容也是 MCS-51 系列单片机,实验时采用 Atmel 公司的 89C51(也可使用飞利浦公司的 P89C51、华邦公司的 W78E51B、Hyundai 公司的 GMS97C51、Atmel 公司的 89S51 等)单片机。89C51 与 Intel 公司的 8031 引脚排列完全一致,内部具有 128 B RAM、5 个中断源、32 条 I/O 口线、2 个 16 位定时器、4 KB 可编程快闪存储器(可重复擦写 1000 次,数据保存达 10 年以上)、3 级程序加密锁定、工作电压 5 V、工作频率 0~24 MHz。MCS-51 单片机的内部基本结构如图 1-1 所示。

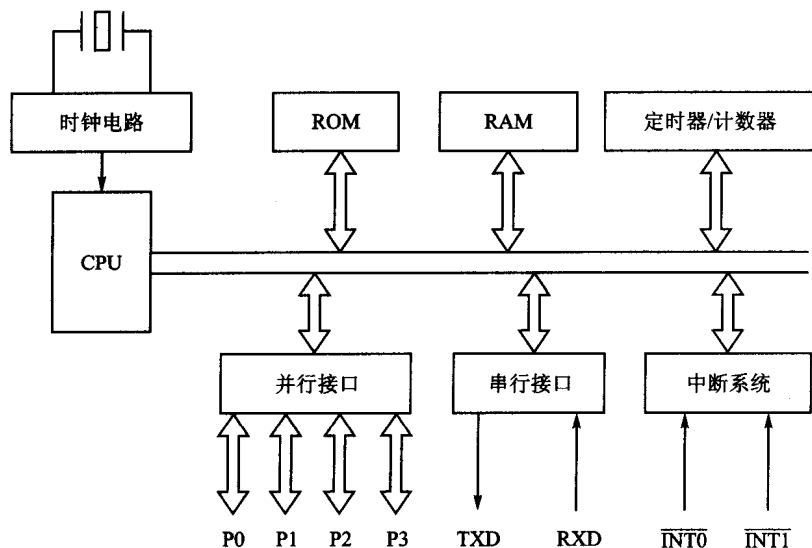


图 1-1 MCS-51 单片机的内部基本结构

1.3 实验工具及器材

初学者入门学习中必须用到的实验工具及器材如下所列：

- ① Keil C51 Windows 集成开发环境(已汉化)。
- ② TOP851 多功能编程器。
- ③ LED 输出试验板。
- ④ LED 数码管输出试验板。
- ⑤ 5 V 高稳定专用稳压电源。
- ⑥ 16×2 字符型液晶显示模组
- ⑦ 一台奔腾级及以上的家用电脑(PC 机)。

下面简介一下这些实验工具及器材。

1.3.1 Keil C51 Windows 集成开发环境

Keil C51 是目前世界上最优秀、最强大的 51 单片机开发应用平台之一。它集编辑、编译、仿真于一体,支持汇编、PL/M 语言和 C 语言的程序设计,界面友好,易学易用。它内嵌的仿真调试软件可以让用户采用模拟仿真和实时在线仿真两种方式对目标系统进行开发。软件仿真时,除了可以模拟单片机的 I/O 口、定时器、中断外,甚至可以仿真单片机的串行通信。

图 1-2 为 Keil C51 的工作界面。

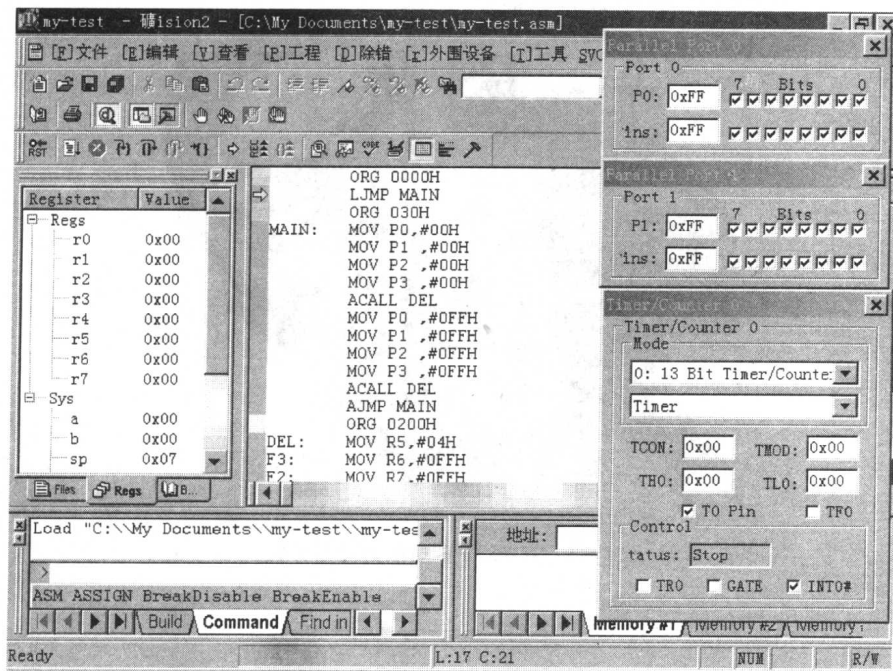


图 1-2 Keil C51 的工作界面

1.3.2 TOP851 多功能编程器

TOP851 多功能编程器具有体积小、功耗低、可靠性高的特点,是专为开发 51 系列单片机和烧写各类存储器而设计的普及机型。TOP851 采用 RS-232 串口与 PC 机连接通信,抗干扰性能好,可靠性能极高,特别适合烧写各种一次性(OTP)和电擦除器件。其烧写的器件有:EPROM,各厂家 2716-27C080;EEPROM,各厂家 28、29、39、49 系列 Flash 和 EEPROM;MPU/MCU,51 系列(Intel、Atmel、LG、Philips、Winbond 等);测试静态 RAM,6264-628256;串口存储器,24Cxxx;PLD,16v8x、20v8x、22v10A。

其主要特点有:

- ① 自动检测元件是否插好,如果插错了位置,则有提示。
- ② 过电流保护,超过限制的电流时,在 0.1 s 内切断电源,可以有效地保护编程器和器件不受损害。
- ③ 电源效率极高,静态电流仅 50 mA,机器不会过热。
- ④ 采用 40 针万能锁紧插座,无需适配器。
- ⑤ 通过标准口和 RS-232 串口与 PC 机连接,传送速度 115 200 bps,适合笔记本电脑和台式机使用。
- ⑥ 采用 DOS 软件和 Windows 中文软件,全新中文操作界面。
- ⑦ 塑料机壳,体积小,重量轻,功耗低(静态电流 $<50\text{ mA}$)。
- ⑧ 可自动探测厂家和型号。
- ⑨ 自动探测机器速度,编程速度与计算机无关,适合 486 至 P-IV 机型使用。

图 1-3 为 TOP851 多功能编程器外形。

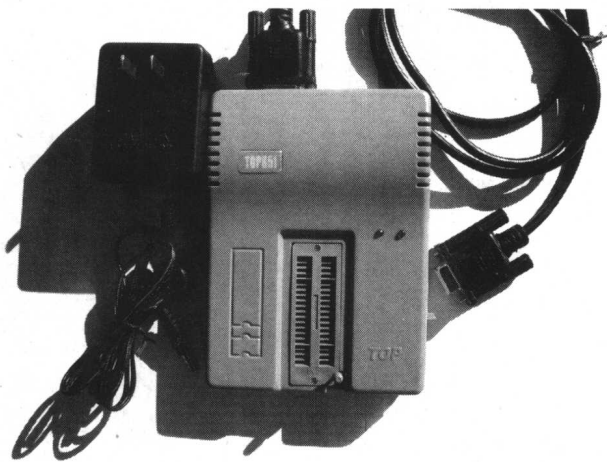


图 1-3 TOP851 多功能编程器外形

1.3.3 LED 输出试验板

LED 输出试验板为多功能实验板,对初学者入门实习特别有效,使实验者眼睛看得见,耳朵听得到。板上标有 89C51 系列引脚标准标志,便于用户实验时识别。LED 输出试验板使用 5 V 稳压电源供电。

其主要特点有:

- ① 可作 MCS-51 系列(8X31/51,8X32/52,8XC51/52 等单片机)与 89CX051 转接仿真使用。
- ② 可做单片机的输入/输出实验。当单片机的 I/O 口用短路块短接时,可做 I/O 口的模拟输出实验,用发光二极管模拟显示(低电平有效);当单片机的 I/O 口短路块断开时,可做模拟输入实验,即 I/O 口用导线输入高电平/低电平,或其他检测信号。
- ③ 可做音响实验。当 P1.7 输出音响信号时,把短路块 DP1.7 短接,则音响器发出音响;若非 P1.7 输出音响信号,则断开短路块 DP1.7,把音响输入端用导线与对应输出引脚连接即可。

图 1-4 为 LED 输出试验板结构图。图 1-5 为 LED 输出试验板外形。

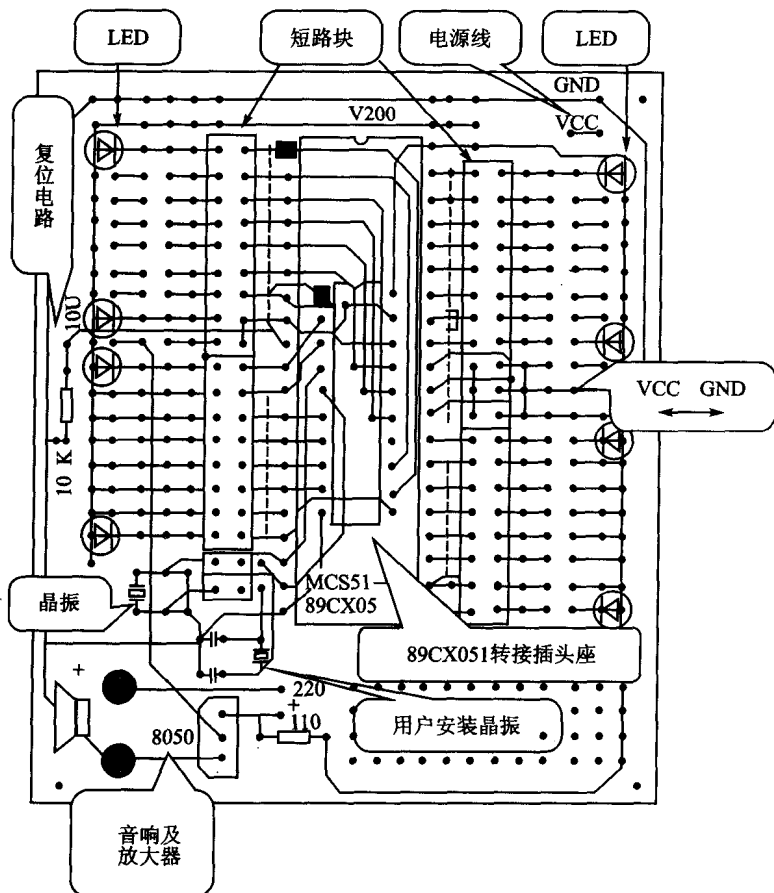


图 1-4 LED 输出试验板结构图