



# 8051 单片机

彻底研究 **经验篇**

林伸茂 编著  
管继斌 白雁钧 改编



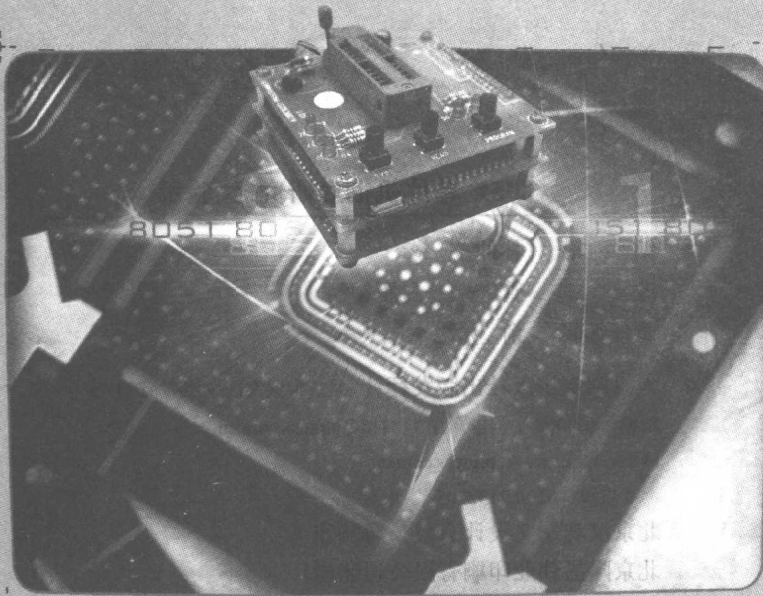
# 8051

# 单片机

彻底研究经验篇

林伸茂 编著

管继斌 白雁钧 改编



人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

8051 单片机彻底研究. 经验篇/林仲茂编著; 管继斌白雁钧改编.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.5

ISBN 7-115-12204-0

I. 8... II. ①林... ②管... ③白... III. 单片微型计算机, 8051—基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 031087 号

## 版 权 声 明

本书为台湾旗标出版股份有限公司独家授权的中文简化字版本。本书的专有出版权属人民邮电出版社所有。有没有得到本书原版出版者和本书出版者的书面许可之前, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书的部分或全部内容, 以任何形式 (包括资料和出版物) 进行传播。

本书贴有旗标 (FLAG) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。

### 8051 单片机彻底研究 经验篇

- ◆ 编 著 林仲茂  
改 编 管继斌 白雁钧  
责任编辑 俞 彬
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67132705  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 13.25  
字数: 312 千字 2004 年 5 月第 1 版  
印数: 1-4 000 册 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2002-6543 号

ISBN 7-115-12204-0/TP·3928

定价: 28.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 内容提要

---

本书属于 8051 单片机进阶书籍，适合对单片机已经有一些经验的读者阅读。读者在阅读本书时，已经对 8051 的结构与程序有了基本的认识。

本书共分成三大部分。第一部分包括第 1 章到第 6 章，介绍 8051 单片机的诸多设计理念与硬件保护手段，与硬件保护始终对立的逆向工程与 8051 之间的关系，8051 的优势与缺憾等等。

第二部分包括第 7 章到第 14 章，介绍以 FLAG51 为主体的刻录器，我们很乐意地公开这些刻录程序，而且是 100% 的源代码公开。如果是用心的读者绝对可以从中获得更多的启示。

第三部分包括第 15 章到第 21 章，是历年来作者接触到各个设计项目的心得以及对社会一些相关问题的评价。

本书选材实用性和可操作性强，范例丰富，文字叙述清楚，对于 8051 已经有一定基础的读者具有重要的参考价值，也适合作为大专院校学生做实验、专题制作、研究和设计单片机产品的专业参考书。

# 光盘使用说明

---

本书附赠光盘内除了包含全部程序范例外，还包括 AT89C2051 刻录程序源码，AT89CXX 刻录程序源码，EPROM 刻录程序源码，EEPROM 刻录程序源码。

光盘程序范例：

程序 1-1 用组合语言写成的霹雳灯程序

程序 1-2 改用 C 来处理的霹雳灯程序

程序 5-1 SDCC 操作程序

程序 6-1 引擎点火控制器的角度检测程序范例

程序 8-1 T\_8252.ASM

程序 10-1 AT89C2051 刻录程序彻底公开

程序 11-1 AT89CXX 刻录程序彻底公开

程序 12-1 EPROM 刻录程序彻底公开

程序 14-1 EEPROM 刻录程序彻底公开

# 前言

---

## 智慧分享的喜悦

20年来我一直坐在研究与开发的位置上，曾经在风和日丽的天气下进入台电核三厂的控制室内，为的是协助找出发电机组跳线的原因；曾经在寒风冷雨的冬季到新竹工研院，查看仪器连线为何经常出问题的原因；曾经带着工具箱与使用手册到鲜血尚未清洗干净的外科手术室里，检查自己设计的电动手术台是否有足够的安全性和稳定性；也曾经参与岛内电动环保汽车的部分研发工作，亲身经历的类似案例举不胜数。不管这些案例的结果如何，都有一个共同点：它们都是8051单片机的应用范例。每一个个案都是8051的深度应用。这也是10年前我开始在《RUN!PC》杂志上写8051应用实例、陆陆续续大约写了三四十篇技术性文章的原因，而在此同时，我个人的系统设计工作始终没有间断过。20年来，我们碰到了许多技术上的瓶颈，很幸运我们解决了大部分，剩下的问题很可能不属于纯粹的技术问题了。

那么这些宝贵的资料与经验永远放在旗威科技公司的文件柜中吗？我更愿意与有志从事此行业的朋友们分享。所以我选择了出书这一方式，来把这些经验提供给广大读者朋友，虽然这样做很辛苦，但是套一句老话“喜欢做甘愿受”，纵使外面的环境如何复杂，我个人还是认为值得这样做的。

“授人以渔”是本书的宗旨，对于读者来说，不能只顾着吃鱼，也要学会打鱼。做任何研究，仅仅了解其结果是不够的，应进一步掌握其实现过程。在本书中您会看到一件产品被开发出来的具体过程以及为何要这样那样处理的详细说明。

我经常告诉别人：健康不能分享，金钱也不能分享，但是知识除了独享外，可以与别人分享。旗威科技公司很乐意邀请您一起来分享8051的专业知识，一起分享我们写的程序。

## 系列书籍介绍

《8051单片机彻底研究经验篇》作为8051单片机系列丛书的一部分，与《8051单片机彻底研究基础篇》、《8051单片机彻底研究实习篇》构成了一个系统的、有机的专业技术教程丛书。

如果你想彻底了解8051单片机与汇编语言的写法，请务必参考《8051单片机彻底研究基础篇》，书中会对8051各个指令的用法与寄存器的运作，做了深入详尽的交待。而《8051单片机彻底研究实习篇》主要强调在8051单片机系统扩充与整合应用两方面

专业知识。

## 本书内容

本书的内容取材主要有以下三个方面：

历年来我们运用 8051 单片机的实例应用。我所处的旗威科技有限公司用 8051 单片机设计过 100 种以上的工业产品，产品范围涵盖医疗、精密测量、通信及自动化等等专业领域。

取自《RUN!PC》杂志历年来所发表的技术与评论性文章，并删除部分不合时宜的内容，最后又加上我们最近几年的设计心得。

网络上有关 8051 单片机应用与 C 语言的技术文献与报道，这方面我们深信外国人比国人开放，许多放在网站上唾手可得，不过只有您仔细消化后才可以算是您自己的东西。

## 本书的内容安排

本书属于 8051 进阶级书籍，适合对单片机已经有一些经验的读者，或横跨软硬件工程师阅读。我们希望您在阅读本书时，已经对 8051 的结构与程序有基本的认识。

本书共分成三大部分。

第一部分是应用研究篇，包括第 1 章到第 6 章，介绍 8051 单片机的诸多设计理念与硬件保护手段。想要以子之矛攻子之盾，在这里有第一手的解答。我们也提到与硬件保护始终对立的逆向工程与 8051 之间的关系。最后还有一章专门提到 8051 的优势与缺憾。8051 当初被人称道的功能至今被贬为重大瑕疵，为何如此？请看我们的深入分析。

第二部分是刻录篇，包括第 7 章到第 14 章，介绍以 FLAG51 为主体的刻录器，包括 Atmel Flash Microcontroller 的刻录、EPROM 的刻录以及 EEPROM 的刻录等，我们很乐意地公布这些刻录程序，而且是 100% 的源代码公布。以前我们通过彻底研究别人的程序为的是理解当初设计者的理念。今天我们公布程序内容，欢迎您来研究我们写的程序，如果您是认真的读者绝对可以从中获得更多的启示。

第三部分是经验分享篇，包括第 15 章到第 21 章，是历年来我们接触到设计个案心得以及我们对社会以及我们对一些问题的评价。

本书中所提到的汇编语言范例程序全部收录在本书附赠的光盘中，请留意查阅。

## 致谢

编写 8051 单片机一系列书绝对不是单一个人所能完成的，它绝对是一个团队的工作总整合，3 年前我就开始筹备新书的出版事宜，所有的文章与内容经过整理过滤与调整补充。在这段整合的期间，我要特别感谢以下帮助我的人们：

姜莹贞小姐：初步整理已发表过的文章，光是校稿就校了多次。并拍摄许多额外的照片，让本系列的书籍得以完成初步的架构。

李浩蓁先生与曾琼惠小姐：进行本书版面调整与最后的校稿，整本书是在他们的手中完成的。

太克科技台湾分公司罗仕林先生与浩网科技公司的庄昱宏与黄芳川先生：提供最高级的示波器与逻辑分析仪，以及技术上的协助，让本书的图表数据与数据更有看头。

旗标出版股份有限公司的施威铭总经理与陈宗贤经理对本书的章节安排与内容调整提供最好的建议，让本书得以对读者有最佳的教学效果与启示。

最后，我还是要谢谢家人所给予的鼓励，尤其是刚在牙牙学语的小女儿，没有他们几近狂热的激励与支持，就没本系列丛书的问世。

林仲茂

chipware@chipware.com.tw



# 目 录

## 第 1 章 8051 的汇编语言与 C 语言

1-1	汇编语言短小精干 .....	1
1-2	C 语言可以缩短开发时间 .....	2
1-3	8051 编译器使用经验谈 .....	3
1-4	本章使用的软件 .....	6
1-5	本章使用的硬件 .....	6
1-6	相关信息网站 .....	6

## 第 2 章 单片机的程序保护

2-1	案例一：喷气发动机的源代码 .....	7
2-2	案例二：苹果二号与桔子二号 .....	7
2-3	案例三：仿冒的“快打旋风” .....	7
2-4	我们都是看别人的程序成长起来的 .....	8
2-5	保护方法一：数据 CHECKSUM 法 .....	8
2-6	保护方法二：SRAM 数据保护法 .....	9
2-7	保护方法三：PAL/GAL/PEEL 保护法 .....	9
2-8	保护方法四：FPGA 保护法 .....	11
2-9	保护方法五：订做一个 CPU .....	11
2-10	保护方法六：欺人耳目的 REMARK 法 .....	12
2-11	保护方法七：双 CPU 联机保护法 .....	12
2-12	保护方法八：程序加入大量垃圾数据 .....	13
2-13	保护方法九：隐藏式地雷保护法 .....	13
2-14	程序高手与解题高手 .....	13
2-15	本章使用的软件 .....	13
2-16	本章使用的硬件 .....	14
2-17	相关信息网站 .....	14

## 第 3 章 8051 程序的逆向工程

3-1	善用 EPROM 刻录器的上传与下载功能 .....	15
3-2	所有的设计都是从模仿开始 .....	21
3-3	EPROM 的保存与清除 .....	22

3-4	本章使用的软件 .....	23
3-5	本章使用的硬件 .....	23
3-6	相关信息网站 .....	23

## 第 4 章 实验桌上的反思

4-1	电解电容的爆炸 .....	25
4-2	EPROM 刻录器之后 .....	27
4-3	如何成为单片机专家 .....	30
4-4	有认真的读者才有用心的作者 .....	31
4-5	本章使用的软件 .....	32
4-6	本章使用的硬件 .....	32
4-7	相关信息网站 .....	33

## 第 5 章 C 语言的导入: SDCC

5-1	如何用 C 语言学习 8051 .....	35
5-2	如何获取 C 编译器 .....	36
5-3	SDCC 操作程序介绍 .....	38
5-4	C 编译后所产生文件 .....	38
5-5	对 SDCC 的回报 .....	39
5-6	本章使用的软件 .....	39
5-7	相关信息网站 .....	40

## 第 6 章 8051 的是是非非

6-1	8051 的众多优势 .....	41
6-2	8051 的缺憾 .....	44
6-3	市面上常见的 8051 CPU 变种 .....	46
6-4	8051 另类观点剖析 .....	48
6-5	相关信息网站 .....	54

## 第 7 章 单片机新成员 AT89C51 介绍

7-1	AT89C51 内含 4KB 闪存 FLASH MEMORY .....	55
7-2	IDLE 与 POWER DOWN 模式 .....	57
7-3	如何规划 AT89C51 内部的闪存 .....	57
7-4	AT89C51 刻录器的使用 .....	59
7-5	本章使用的软件 .....	61
7-6	本章使用的硬件 .....	61

7-7 相关信息网站 .....	61
------------------	----

## 第 8 章 单片机新成员 AT89S8252 介绍

8-1 新 CPU——AT89S8252 的尝试 .....	63
8-2 本章使用的软件 .....	66
8-3 本章使用的硬件 .....	66
8-4 相关信息网站 .....	66

## 第 9 章 自制的 89C51 刻录器

9-1 刻录线路分析 .....	69
9-2 组装步骤 .....	70
9-3 刻录器的基本功能测试 .....	71
9-4 AT89C51 刻录器的使用 .....	75
9-5 刻录程序分析 .....	78
9-6 FLAG51 存储空间的扩充 .....	78
9-7 本章使用的软件 .....	81
9-8 本章使用的硬件 .....	81
9-9 相关信息网站 .....	81

## 第 10 章 AT89C2051 刻录器的程序修改

10-1 星期一：AT89C51 刻录器分析 .....	83
10-2 星期二：线路修改 .....	84
10-3 星期三：程序加入及验证 .....	87
10-4 星期四：波形观察及刻录 .....	87
10-5 星期五：开始正式刻录 .....	88
10-6 星期六：寿命测试 .....	90
10-7 星期日：好戏上场 .....	90
10-8 AT89C2051 特性简介 .....	91
10-9 本章使用的软件 .....	92
10-10 本章使用的硬件 .....	92
10-11 相关信息网站 .....	92

## 第 11 章 Flash 编程器的后续开发

11-1 AT89C51 将取代 8751 .....	95
11-2 AT89C52 已经上市了 .....	95
11-3 AT89C51 刻录机的再修改 .....	97

11-4	刻录程序也可用 C 语言来处理 .....	100
11-5	刻录程序的最新版本 .....	100
11-6	本章使用的软件 .....	101
11-7	本章使用的硬件 .....	101
11-8	相关信息网站 .....	101
11-9	Atmel 刻录程序的发展历程 .....	101

## 第 12 章 揭开 EPROM 刻录的秘密

12-1	EPROM 刻录的方法 .....	103
12-2	EPROM 刻录线路的安排 .....	106
12-3	知其然后, 再知其所以然 .....	109
12-4	EPROM 刻录软件的功能 .....	110
12-5	跟刻录时间赛跑 .....	111
12-6	EPROM 刻录器的问题与解答 .....	112
12-7	本章使用的软件 .....	115
12-8	本章使用的硬件 .....	115
12-9	相关信息网站 .....	115

## 第 13 章 EPROM 刻录器的组装步骤

13-1	EPROM 刻录前您还需要哪些设备 .....	118
13-2	EPROM 刻录器的 DIY 步骤 .....	118
13-3	EPROM 刻录器调整步骤 .....	119
13-4	EPROM 刻录器的使用 .....	127
13-5	EPROM 刻录板上各个功能键的说明 .....	128
13-6	个人计算机联机时可使用的命令 .....	128
13-7	本章使用的软件 .....	128
13-8	本章使用的硬件 .....	128
13-9	相关信息网站 .....	129

## 第 14 章 华邦 EEPROM W27E512 刻录器

14-1	EPROM 与 EEPROM 的差异 .....	131
14-2	EEPROM 刻录线路的探讨与修正 .....	132
14-3	EEPROM 刻录软件的修正 .....	137
14-4	EEPROM 刻录板的修改步骤 .....	138
14-5	W27E512 的使用时机 .....	140
14-6	本章使用的软件 .....	140
14-7	本章使用的硬件 .....	140

14-8 相关信息网站 .....	141
-------------------	-----

## 第 15 章 自动化电饭锅测试线规划

15-1 自动化电饭锅测试线的由来 .....	143
15-2 测试流程的安排 .....	143
15-3 测试站的细部设计 .....	145
15-4 进行模拟测试 .....	146
15-5 现场实地测试问题及解决 .....	147
15-6 结论 .....	147

## 第 16 章 橡胶加硫机的设备改善

## 第 17 章 经验谈：鱼跃龙门的思索

17-1 “证书”不等于“保证就业” .....	155
17-2 企业需要会思考的信息人员 .....	155
17-3 信息教育应该做适度的调整 .....	156
17-4 期盼信息业生力军的加入 .....	157

## 第 18 章 软件的诚信问题

18-1 好软件应该内外都吸引人 .....	159
18-2 中文化的程度就要看原厂的態度了 .....	160
18-3 代理商最不愿意看到的英文字：TERMINATE.....	161

## 第 19 章 经验与教训

19-1 经验 1：弹尽援绝——计算机刺绣机的开发 .....	163
19-2 经验 2：尚未上演就下台——电容电感的质检自动化.....	165
19-3 经验 3：开机状态的困扰——电表自动化测量 .....	166

## 第 20 章 旗威技术交流网

20-1 “旗威技术交流网”诞生了 .....	169
20-2 PDF 文件是跨平台的 .....	170
20-3 E-mail 处理及回复的原则 .....	173

## 附 录

附录 A	ASCII 表 .....	175
附录 B	8051 指令集总整理 .....	176
附录 C	8051 指令整理(依功能区分) .....	178
附录 D	8051 指令整理(依 16 进位排列) .....	178
附录 E	8051 SFR 表与 RESET 后的初始值 .....	185
附录 F	SFR 特殊功能寄存器整理表 .....	185
附录 G	日文专业杂志的订购 .....	187
附录 H	善用因特网上的各种 BBS .....	188
附录 I	DIS51 的深度使用 .....	190
附录 J	一张照片一个故事 .....	193

# 第 1 章

## 8051 的汇编语言与 C 语言

有些程序设计人员进行程序开发时，不愿意使用汇编语言，而习惯用 C 语言来规划系统。其实 C 语言和汇编语言各有其应用的空间，当你需要程序要精简且快速时，汇编语言绝对是首要之选。选择用 C 来开发就一帆风顺了吗？那也未必。

最近，在 BBS 的 Electronic（即关于电子设备的）板上经常看到这样的讨论：8051 的程序开发，是选用汇编语言较好，还是使用 C 语言较好？两种语言的支持者都引经据典并结合自己的实践经验为自己辩解。其实双方的说法都有道理。笔者在汇编语言与 C 语言的应用开发上都有超过 10 年以上的实践经验，愿意把自己从书本上看不到的体验与您分享。本章最终的目的并不是断定哪种语言是最好的，但是会引导读者根据自身情况以及开发的价格选用最适合自己的 8051 开发语言。

### 1-1 汇编语言短小精干

从学生时代开始我就使用汇编语言来写硬件的控制程序，最初是 LED 的灯号控制及七段显示的数值显示，到多轴步进马达的实时控制，都是借用强而有力的汇编语言直接控制 CPU 的运行。早期尚未有 PC（个人计算机）及 Apple II 微电脑的时代，我是使用所谓的微电脑学习机来学习汇编语言的。首先我把组合程序写在记事本的右方，然后由微电脑的 Databook 上查核该指令的机器码，将此机器码写在记事本的原始程序左侧，再将此机器码以十六进制码的方式一个接一个地输入到微电脑学习机上，最后一个动作是按下学习机上的 GO 键开始执行我们先前辛苦输入的程序。以上所有的动作都是手动的，排错的步骤当然也是纯手动的。那个时代有许多好的参考书籍与资料，反倒是现在资料变少了，想自己动手做的人也成了稀有品种。程序不幸若有错误时，所有的步骤都要重头来过一次，这也促使我们养成每个步骤都做双重核对的习惯，而且把每个子程序都模块化，以便其他场合也可派上用场，因为写汇编语言是相当艰苦的，有些程序上的臭虫（bug）要几星期的奋斗才可以确认出来，有些不应该出错的地方竟然出错了，这些苦头只有曾经亲自尝试过的人才有可能体会。

个人计算机盛行之后，写程序就没这么累了，程序的写作与编译都可以在计算机上做，

剩下的动作就是将程序下传给待测的控制板，然后确认所有的动作是否都如同原先所设置的。每次打印组合程序的报表时，数据长度超过 20 页是很正常的，还有许多程序都是数百页以上的规模。我们的经验是汇编语言的程序长度加倍时，排错的时间绝对超过原来的两倍。开发这些程序的同时，我都会另外准备一本厚厚的记事簿，详细地记载整个开发的过程以及修改的地方，当然也包括了所有的测试步骤及方式。在原始程序上我们也做了详尽的操作说明。

有人做过一个统计：开发汇编语言程序时，每 20 行大约需要 1 人/天的成本；这也就是说：一个有 1000 行的汇编程序，若交由一个有经验的工程师来处理，至少要花上 50 天的时间才能完成。一个人一天只能完成 20 行的程序，好像有点不可思议！但是依我们多年的经验来看，这个说法在写汇编语言的场合中确实是对的，程序愈大时这个说法愈有其正确性。

由于汇编语言是直接控制系统的所有输出入点及存储空间，所以刚开始写程序时，常会碰到系统突然死在某个循环中，无法跳出该循环的窘态，最后只好采用最直接且最有效的方法——关机重来。写汇编语言对程序设计师来讲，是有相当的杀伤力及折磨性的，每次新的程序开始时，所有的程序小环节都要逐一测试与验证，所以压力是一定有的，完成一个程序后就好像历经一次母亲怀胎到生产的过程一样，写了多个大的汇编程序后，若无法适度调整心态及善用辅助的开发工具，很可能从此就永远不碰汇编程序了。

## 1-2 C 语言可以缩短开发时间

在 C 语言成功地由 UNIX 移转到 PC 后，写汇编语言的梦魇终于解除了，接着我们也可以看到适合各种 CPU 的 C 语言开发系统，其价格从几百元到上万元都有，这些开发软件工具的广告可在国外知名的专业杂志上看到，当然国内的 CPU 在线仿真器 (In Circuit Emulator) 开发厂商也会依国内用户的要求进口部分的产品，但是数量皆不多，而且这些厂商对这方面的专业知识也是严重缺乏，所以凡事只有靠自己了。

我们先学习的是 PC 上的 C 语言程序 (Microsoft C 及 Turbo C)，这段学习时间至少持续一年以上，再进而购入 2500AD 的 8051C 语言编译程序，将我们原先的汇编程序改用 C 程序来处理，这时我们才发觉一个简单的控制程序若用 C 语言来撰写，要限时在 7 天以内完成是非常有可能的！举一个简单的例子来说：若要让 8051 的 P1 端口产生类似霹雳灯的 LED 亮法，用汇编语言的写法大概是这样的：

程序 1 用汇编语言写成的霹雳灯程序

```

ORG      0000H
START  MOV      R1,#00H      ;加入这段小 DELAY
$1     DJNZ     R1,$1      ;等待系统稳定后再开始
      MOV SP,#60H ;STACK 值的设置
LOOP   MOV      A,#01H
LOOP_NMOV  PI,A
      CALL  DELAY
      RL   A
      CJNE A,#80H,LOOP_N

```



```

                SJMP    LOOP
;
;延迟一小段时间,以便可以观看出其变化
DELAY MOV      R0,#00H
$1     MOV      R1,#00H
$2     DJNZ     R1,$2
       DJNZ     R0,$1
       RET

```

若改用 2500AD 的 C 语言来写时,可就轻松多了。看起来简单明确,何时看程序都是一清二楚的。唯一的缺憾是用 C 转换出来的程序代码过大,下面这个程序链接了链接库后,最后的程序空间可能会超过 600 字节。

### 程序 2 改用 C 来处理的霹雳灯程序

```

#include "c8051io.h"
#include "c8051sr.h"
main()
{
char out;
    out=0x01;
    while(1)
    {
P1=out;
out=out<<1;/*shifleft*/
delay();
if(out==0x80)out=0x01;
    }
}

int delay()
{
int m;
    for(m=0;m<1000;m++){/*justdelay,donothing*/
}
}

```

接下来就是上述 C 语言程序经过转译成 8051 汇编语言的程序例(见光盘文件),这是由 2500AD 公司的 8051C 编译程序转译的结果,改用其他编译器时结果可能不会相同。

## 1-3 8051 编译器使用经验谈

写 8051 的汇编程序时是完全无法取巧的。如果刚开始学习 8051 的程序语言,我们强烈建议由汇编语言开始学起,因为只有这样才能促使学习者完全理解整个 8051CPU 动作的来龙