

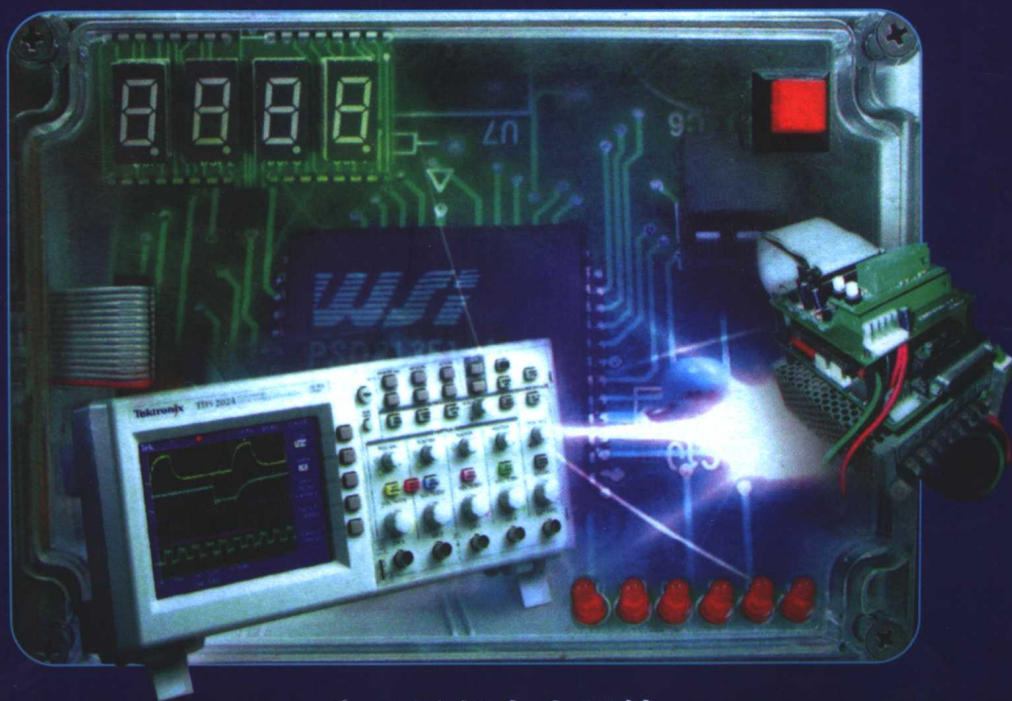


# 8051

# 单片机

## 彻底研究 **实习篇**

林伸茂 编著  
管继斌 白雁钧 改编

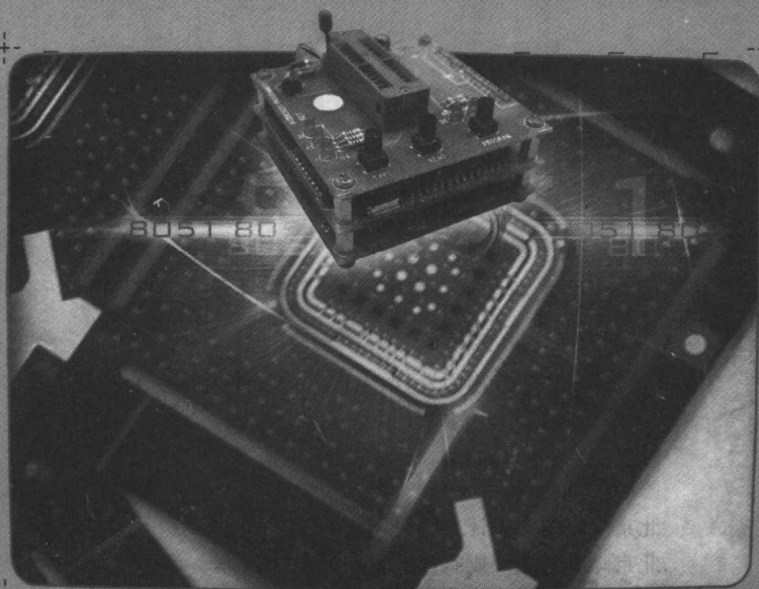


# 8051 单片机

彻底研究实习篇

林伸茂 编著

管继斌 白雁钩 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. 实习篇/林伸茂编著; 管继斌, 白雁钧改编.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.5

ISBN 7-115-12203-2

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 031088 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。在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 实习篇

- ◆ 编 著 林伸茂  
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: 16.75  
字数: 395 千字 2004 年 5 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01 - 2002 - 6542 号

ISBN 7-115-12203-2/TP · 3927

定价: 32.00 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

---

本书适合对 8051 单片机有一定基础的读者阅读。书中主要以“旗威科技”生产的 FLAG51 单片机控制板为描述主体，再配合其他的电路组合成一个典型的数字控制系统。本书共分为四大部分，分别探讨了 8051 单片机的诸多经典范例。

第一部分 8051 进阶研究，包括第 1 章至第 7 章，主要介绍了 8051 的基本应用范例与数字仪器的使用，以及软硬件的除错技巧，这些都是 8051 进阶者所需具备的专业知识。本部分还介绍了把 8051 单片机改成 8052 后的差异所在和 8051 的时序 (Timing) 研究。

第二部分 FLAG51 扩充，包括第 8 章至第 15 章，主要介绍了一个以 8051 单片机为基础的控制板 FLAG51 的开发过程。

第三部分温度湿度仪制作应用，包括第 16 章至第 20 章，该部分是温湿度制作的专题报告，主要介绍了如何通过利用 AT89C2051 制作温度计与湿度计。

第四部分为 RS485 串行通信彻底研究，包括第 21 章至第 23 章，主要对 8051 串行通信 RS485 进行了技术与程序上的探讨。

本书选材实用性和可操作性强，范例丰富，文字叙述清楚，对于已经有一定基础的 8051 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。

# 前言

---

## 我们的确不一样

本书虽然不是我亲手写在稿纸上，却是我亲自用拼音输入法一个字一个字地打进电脑，但是接下来的校稿与编排就不是我一个人能够完成的。书可是白纸黑字绝对不能随便敷衍了事的。别人出书的模式与心态我们是不知道的，可是自己的书一定尽力做到自己满意为止。所以，文章的内容我们斟酌再三，所引用的照片几乎都是自己拍摄的，示波器的波形图也是我们直接从仪器上得到的，许多图表与 8051 的指令集也是经过我们细心地整理后才公布的。我们认为这样做才是我们做事的态度，同时这也是“旗威科技”公司写程序的正确态度。如果无法与众不同，又如何脱颖而出？做人处事如此，个人认为出书也是如此。

所以有些书籍的名称如果是《一举学成 8051》或《30 天学会 8051》，我们都会投以怀疑的眼光，如果真那么容易，那么就不会有人写书了。因为我们自己花了整整 3 年的时间透彻地研究过 8051，才有第一本 8051 单片机彻底研究的书（1993 年旗标出版社出版）出来，这本书现在已经绝版了。又过了整整 10 年的时间，我们把 8051 从头到尾确实实地翻了好几遍，才有这系列新书问世，时间与事实证明 8051 确实是继 Z80CPU 后另一个单片机的常青树。

## 单片机系列书籍介绍

单片机系列套书：

《8051 单片机彻底研究基础篇》、《8051 单片机彻底研究实习篇》、《8051 单片机彻底研究经验篇》。

本书主要强调在 8051 单片机系统扩充与整合应用两方面的专业知识。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 单片机彻底研究经验篇》谈到的方向就更广了，例如：8051C 语言的导入、如何取得 Shareware SDCC C 编译程序，以及 8051 的优缺点分析等等，这些都是相当宝贵且不可多得的 8051 专业知识。

8051 相当具有弹性的串行通信搭起了与 PC 连接的桥梁，8051 单片机系列书籍中仔细地分析了 8051 内部串行通信的架构与写法。另一方面，你若想对 PC 端的串行通信进一步了解与运用视窗程序操控时，建议你参考《VB 与串行通信彻底研究》一书，只要你有微软的 VB 就可以很方便地与自行设计的 8051 控制器沟通，当然也可以与各种外部的仪器连线了。

## 本书内容收录

本书的内容有部分取自历年来我们在《RUN!PC》杂志上发表过的文章，主要的内容谈到 FLAG51 控制板的扩充与应用。当然已删除部分硬件设备不合时宜的部分，另外，我们也对 8051 的重要时序与 8052 新增的功能做了相当详尽的分析与探讨。

AT89C2051 是缩小版的 8051，它内含 2KB 的 Flash 且只有 20 根引脚，但是用它来做一般的实验都已足够，本书有一系列的温湿度的控制应用范例，都是以 AT89C2051 为控制主体。你绝对可以在这里看到 8051 的深度应用实例。

8051 最让人津津乐道的正是其串行通信的能力，在本书最后几章中也有提到 RS485 接口的应用解说与实例，“旗威科技”早已把类似的线路应用在石化工业与医疗设备上。

## 如何阅读本书

这本书适合对 8051 稍有基础的读者阅读。书中主要以“旗威科技”生产的 FLAG51 单片机控制板为描述主体，再配合其他的电路组合成一个典型的数字控制系统。本书共分为四大部分，分别探讨到 8051 单片机的诸多经典范例。

第一部分谈到 8051 的基本应用范例与数字仪器的使用，以及软硬件的排错技巧，这些都是 8051 进阶者所需具备的专业知识。当我们要把 8051 单片机改成 8052 时，你知道其中的差异吗？这些不同点都在本书的第 6 章上提到。8051 的时序（Timing）研究则是硬件工程师另一项考验，相同的线路经过两个硬件工程师的处理与安排后，可能会有完全不同的结果，其中的差异可能就是对其时序的了解程度了，第 7 章里我们分别用示波器与逻辑分析仪说明 8051 的重要时序，这可能是除了 Intel 原厂的资料外，对时序探讨最透彻的中文文章了。

第二部分提到一个以 8051 单片机为基础的控制板 FLAG51 是如何被开发出来的，从构想到整合是一连串设计的组合。接下来我们以 FLAG51 控制板为主体，陆续开发了 I/O 监视板、七段显示板、数字隔离输入板与 RELAY 输出板等等，这些控制板的设计与开发的历程都一并记录在书中。

第三部分为温湿度制作的专题报告，我们利用 AT89C2051 去制作温度计与湿度计，这方面的测量虽是属感测器的范畴，但是控制与显示的主体却是 8051 的汇编语言程序，我们认为所有 8051 的进阶者都要经过类似的考验，方能堂堂正正进入单片机的设计主流群体当中。

第四部分为 8051 串行通信 RS485 的彻底研究。许多仪器或设备都有 RS485 通信接口，只通过两条对绞线就可以控制多达 32 台设备。本书的这部分即做这方面技术与程序上的探讨，懂得这方面的知识后，你绝对会对 8051 另眼相看的。

## 致谢

编写 8051 单片机一系列书绝对不是一个人所能完成的，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，最后确实的章节与内容才得以在 2002 年元月时固定下来。在这段整合的期间，我要特别感谢以下帮助我的人们：

王圣心小姐与姜莹贞小姐：初步整理已发表过的文章，光是校稿就校了无数次，并拍摄许多照片，让本系列的书籍得以完成初步的架构。李浩霖先生与曾琼惠小姐：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，让本书的图表资料与数据更有看头。

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，就没有这系列书的问世。

林仲茂

chipware@chipware.com.tw

# 目 录

## 第 1 章 8051 新手入门

1-1 如何步入 8051 设计者的行列 .....	1
1-2 初学者的准备 .....	2
1-3 8051 汇编程序何处寻 .....	3
1-4 慎选电源供应器及计算机 .....	4
1-5 额外的辅助工具：示波器 .....	6
1-6 A/D 转换实验时各种信号 .....	8
1-7 本章使用软件 .....	8
1-8 本章使用硬件 .....	9
1-9 相关信息网站 .....	9

## 第 2 章 单片机相关仪器设备的认识与使用

2-1 数字电表的认识与使用 .....	12
2-2 示波器的认识与使用 .....	14
2-3 ATMELAT89CXX 刻录器的使用 .....	16
2-4 EPROM 刻录器的使用 .....	18
2-5 逻辑分析仪的认识 .....	19
2-6 逻辑分析仪使用实例 .....	21
2-7 必要的相关信息及常识 .....	22
2-8 本章使用的硬件 .....	22
2-9 相关信息网站 .....	23

## 第 3 章 试写两个 8051 范例程序

3-1 写汇编语言需要有条不紊的思考能力 .....	25
3-2 首先确认电路板是正常的 .....	28
3-3 让线路板动起来 .....	28
3-4 定时中断程序的重要性 .....	29
3-5 本章使用软件 .....	31
3-6 本章使用硬件 .....	31
3-7 相关信息网站 .....	31



## 第 4 章 单片机实战应用三例

4-1	电子计时控制器	33
4-2	电子测速器	38
4-3	自助加水机	40
4-4	本章使用软件	41
4-5	本章使用硬件	41
4-6	相关信息网站	42

## 第 5 章 软硬件排错技巧

5-1	案例一：外派排错维修	43
5-2	案例二：没有 ICE 无法做事	43
5-3	案例三：卖得越多麻烦越多	43
5-4	案例四：RESET 键不能随便加	44
5-5	排错方法 1：LED 接口	44
5-6	排错方法 2：逻辑笔配合法	44
5-7	排错方法 3：沿途记录法	45
5-8	排错方法 4：善用串行端口通信	45
5-9	我们的固件排错经验	45
5-10	本章使用软件	47
5-11	本章使用硬件	47
5-12	相关信息网站	47

## 第 6 章 8052 与 8051 的差异

6-1	脚位功能的差异	49
6-2	程序空间的差异	50
6-3	8052 的 Timer2 彻底研究	51
6-4	Timer2 的 Capture 模式分析	52
6-5	Timer2 的 Auto-reload 模式分析	53
6-6	Timer2 的 BaudRateGenerator 模式分析	54
6-7	AT89C52 新增的 Clock-out 功能	55
6-8	8KB 空间若还不够时	55
6-9	本章使用软件	56
6-10	本章使用硬件	57
6-11	相关信息网站	57

## 第7章 8051的时序彻底研究

7-1 时序分析的工具 .....	59
7-2 有关CPU时序的关键字 .....	64
7-3 8051程序代码的读取时序 .....	65
7-4 8051指令长度和机器周期的关系 .....	67
7-5 MOVX指令的时序及状态观察 .....	68
7-6 Dallas80C320的波形观察 .....	71
7-7 本章使用软件 .....	73
7-8 本章使用硬件 .....	73
7-9 相关信息网站 .....	73

## 第8章 FLAG51开发过程

8-1 FLAG51的系统开发过程 .....	75
8-2 FLAG51的构想、设计、布置、整合 .....	75
8-3 测试流程的安排 .....	82
8-4 用C语言也可以测试 .....	82
8-5 FLAG51使用的电源 .....	83
8-6 FLAG51控制卡故障排除案例 .....	83
8-7 FLAG51常见问题问答 .....	84
8-8 本章使用软件 .....	86
8-9 本章使用硬件 .....	86
8-10 相关信息网站 .....	86
8-11 FLAG51的监控程序分析 .....	86

## 第9章 简易计数器的设计规划

9-1 计数器的基本功能 .....	89
9-2 定时器的应用实例 .....	89
9-3 计数器设计前的功能规划 .....	90
9-4 预除器的加入 .....	91
9-5 I/O监视器的最初测试 .....	91
9-6 I/O监视器的程序测试 .....	93
9-7 简易计数器的制作 .....	95
9-8 8051汇编语言小锦囊 .....	96
9-9 本章使用软件 .....	98
9-10 本章使用硬件 .....	99
9-11 相关信息网站 .....	99

## 第 10 章 8051 单片机的专长：计数及计时

10-1	DIP SW 状态的观察与光电开关的使用	102
10-2	计算物体接近的时间——基本写法	105
10-3	计算物体接近的时间——定时中断写法	107
10-4	物体速度的测量	109
10-5	本章使用软件	109
10-6	本章使用硬件	109
10-7	相关信息网站	109

## 第 11 章 FLAG51 单片机的问与答

11-1	问题与解答	111
11-2	本章使用软件	117
11-3	本章使用硬件	117
11-4	相关信息网站	117

## 第 12 章 I/O 输出/输入板的开发

12-1	隔离输入板的线路说明	119
12-2	RELAY 输出板的线路说明	122
12-3	输出/输入板的动作验证	124
12-4	本章使用软件	126
12-5	本章使用硬件	127
12-6	相关信息网站	127

## 第 13 章 8051 应用实例 FLAG-DISP

13-1	AT89C51 应用实例：FLAG-DISP 线路说明	129
13-2	AT89C51 应用实例：FLAG-DISP 软件说明	132
13-3	FLAG-DISP 的显示格式定义	133
13-4	FLAG-DISP 的学习方向	134
13-5	本章使用软件	135
13-6	本章使用硬件	135
13-7	相关信息网站	136
13-8	FLAGDISP.ASM 原始程序	136

## 第 14 章 FLAG-DISP 显示板应用与 DIY

14-1	FLAG-DISP 显示格式说明	137
------	------------------	-----

14-2	FLAG-DISP 显示板的 DIY 步骤	140
14-3	FLAG-DISP 显示板的测试步骤	141
14-4	AT89C51 刻录与使用时的考虑	142
14-5	本章使用软件	143
14-6	本章使用硬件	143
14-7	相关信息网站	143

## 第 15 章 FLAG-DISP 的创新应用

15-1	七段显示器的再利用	145
15-2	数字显示程序的宝贵经验	147
15-3	本章使用软件	150
15-4	本章使用硬件	150
15-5	相关信息网站	150

## 第 16 章 亲手做一台数字式温度计

16-1	无处不在的温度时测量	151
16-2	DutyCycle 的测量	153
16-3	温度的显示	155
16-4	联机功能的加入	155
16-5	本章使用软件	156
16-6	本章使用硬件	156
16-7	相关信息网站	156
16-8	TEMPONLY.ASM 程序说明	156

## 第 17 章 用 AT89C2051 做一台温湿度显示计

17-1	湿度的定义以及常见的湿度计	157
17-2	原厂线路说明	158
17-3	湿度计脱胎换骨的新设计	161
17-4	湿度程序的规划	162
17-5	温湿度系统程序的发展	163
17-6	组装及温湿度的校验	164
17-7	本章使用软件	165
17-8	本章使用硬件	165
17-9	相关信息网站	166
17-10	湿度测量程序说明	166

## 第 18 章 智能型温湿度计 TH2030 的制作

18-1	TH2030 温湿度计线路分析	168
18-2	TH2030 的 DIY 制作步骤	171
18-3	TH2030 温湿度计的自我测试方法	172
18-4	TH2030 智能型温湿度计的程序介绍	175
18-5	本章使用软件	176
18-6	本章使用硬件	176
18-7	相关信息网站	176
18-8	温湿度控制程序说明	176

## 第 19 章 温湿度传感器应用

19-1	温湿度控制器的问题解答	179
19-2	温湿度计的应用场合	181
19-3	温湿度计的入门应用——恒温箱的制作	181
19-4	温湿度计的 RS485 应用范例	184
19-5	本章使用软件	184
19-6	本章使用硬件	184
19-7	相关信息网站	184

## 第 20 章 个人计算机温度监视器的制作

20-1	一个逐渐被重视的问题：CPU 的升温	187
20-2	温度测量的工具	188
20-3	硬件线路的修正	189
20-4	软件程序的修正	191
20-5	温度控制器的温度读取核心程序	192
20-6	本章使用软件	193
20-7	本章使用硬件	193
20-8	相关信息网站	193

## 第 21 章 RS485 通信接口彻底研究（一）

21-1	RS485 与 RS232C 的比较	195
21-2	认识 RS485 接口	196
21-3	RS485 接口 IC 的使用说明	197
21-4	RS485 网络的分析	198
21-5	RS485 的通信协议	201

21-6	学习 RS485 通信的工具: AT89C2051 训练器	202
21-7	本章使用软件	203
21-8	本章使用硬件	203
21-9	相关信息网站	203

## 第 22 章 RS485 通信接口彻底研究 (二)

22-1	MASTER 端 RS485 通信的写法	205
22-2	SLAVE 端 RS485 通信的写法	208
22-3	SLAVE 端的响应程序	211
22-4	RS485 信号准位的观察与分析	212
22-5	本章使用软件	212
22-6	本章使用硬件	212
22-7	相关信息网站	213

## 第 23 章 RS485 通信接口彻底研究 (三)

23-1	智能型温度计	215
23-2	VB 控制程序的产生	217
23-3	温度测量实验的问题解答	222
23-4	本章使用软件	224
23-5	本章使用硬件	224
23-6	相关信息网站	225

## 附 录

附录 A	ASCII 表	227
附录 B	8051 指令集总整理	228
附录 C	8051 指令整理(依功能区分)	229
附录 D	8051 指令整理(依 16 进位排列)	229
附录 E	8051SFR 表与 RESET 后的初始值	236
附录 F	SFR 特殊功能寄存器整理表	237
附录 G	DIS51 的进阶使用	238
附录 H	一张照片一个故事	241

# 第 1 章

## 8051 新手入门

对于 8051 初学者遇到的各种问题，我们将逐一进行分析，并在此基础上深入探讨 8051 的各项特性及技巧，如果你可以轻松且平静地面对这些问题，那么你就可以进入 8051 的设计领域了。

每年学生快要毕业的时候，我们照例会接到许多有关 8051 单片机的求助电话，内容基本上都是课题做不出来，希望能够“外包”给我们来处理，费用则由他们来支付。对于这类问题，我们通常只是指出其问题解决可能的方向，而不是“包办”。我们这样做，绝对不是置求助者于“死地”，因为纵使该专题不幸被否定，求助者自己还有把 8051 学好的机会。如果你糊里糊涂就毕业了，真正进入就业市场时，就会有部分公司因为你的不用心，花更多的心血与精力才能够将产品顺利地开发出来。最近我们帮助好几个开发性质的公司拟定单片机 8051 方面的面试考题，其实只要几个问题就可以检测出你在单片机或 8051 方面的实力，我们把这些相关的资料放在“旗威科技”的网站 (<http://www.chipware.com.tw>) 上，供需要的人查询或下载。

相反的情形是每个月我们也会收到许多初学者的传真或信函，希望能指引他们如何入门 8051，如何完成领导交给的任务以及如何收集 8051 参考数据的等等，对于这些问题我们都很乐意回答，因为你是真正有兴趣才会加入或从事这一行业，这时已经不是学校必修或必选的问题了，站在提高国内技术与设计水准的立场上，我们愿意毫不吝惜地提供自己的实际经验与你交流。我们也希望你除了提出问题外，还能表明身份以及目前的工作性质，方便我们更能適切地回答，对于上述回复，基本上我们是纯服务性的，唯一的条件是：将此问题同步公开在“旗威”的网站上，以同时也给其他人参考或学习用，因为这是一种无私的知识交流机会。

### 1-1 如何步入 8051 设计者的行列

针对 8051 初学者遇到的各种问题，我们打算用 6 个单元逐一来分析并深入探讨 8051 的各项特性及技巧，如果你可以轻松地面面对这些问题时，表示你已经进入 8051 的设计之门了。接下来应该找几个实用的专题测试一下，唯有通过不断地学习与实践才能让你更进一步认识 8051 单片机。

我们将要探讨的项目有：

- (1) 初学者的准备。
- (2) 基本设备的使用。
- (3) 进入 8051 的第一步。
- (4) 单片机 8051 相关族系的认识与介绍。
- (5) 单片机 8051 的刻录相关技巧。
- (6) 单片机的基本应用。
- (7) 单片机 8051 的正确使用时机。
- (8) 单片机 8051 的通信方式分析。

## 1-2 初学者的准备

10 年前如果有人询问我要准备好哪些东西，才可以开始学单片机 8051，我一定会请他先去买一本 Intel 的 MCS-51 参考手册，这里面有许多 8051 指令的说明与介绍，而且也有许多标准的硬件参考线路。可是现在如果再次回答这个问题时，我会先请这位 8051 初学者准备好计算机与 Internet 的连接软件，随时由网络上获取最新的单片机相关资料。通常我会建议你连接到一个 8051 单片机专属的网站（8051 主页——<http://www.ece.orst.edu/serv/8051>），然后把有关 8051 的文字说明全部下载到计算机内，如果能够打印出来更好。仔细地看完这些专业人士所整理的资料后，你会很惊讶地发现：全世界竟然有这么多人埋头在使用及学习 8051 单片机！从这些文件说明中也可以知道 8051 相关芯片的发展趋势，以及各种软件全球各地的价位与使用范围，当然你也可以知道哪里可以下载 8051 的汇编语言共享软件等等。5 年前这些第一手资料绝对是无法唾手可得的，不过这些国外的数据清一色是英文版的，所以你必须要有相当的英文程度，否则很难得知其中的精髓。图 1-1 是 Intel 公司在 1981 年出版的单片机 8051 用户手册。

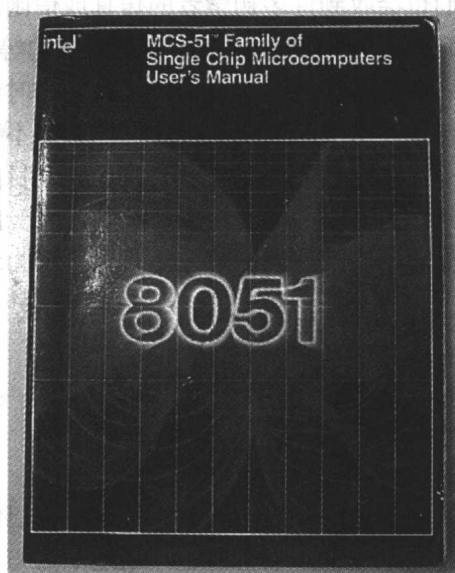


图 1-1



### 1-3 8051 汇编程序何处寻

谈到 8051 的汇编语言翻译程序，国内已经有软件厂商开发完成类似的产品，其名称为 EP51，这是由“艾硕”公司的计算机工程师所写的，我们习惯将此套软件推荐给尚未有 8051 汇编程序的读者，其使用的方式与原版的 X8051 非常类似。另外你也可以在国外的网站里下载免费的 8051 汇编程序，我们经常计算机屏幕前辛苦地排错，深刻感受到程序员的辛劳，所以我们常常建议别人买原版的软件，因为唯有这样才能使开发者有足够的持续力继续去开发下一套更新的软件。

以“旗威科技”为例，公司也花了许多时间完成 8051 的反汇编程序 DIS51.EXE，其中的许多数据汇整的功能是一般的反汇编程序所无法比拟的，我们把 32KB 以下的版本归为共享软件，你可以自行由网站中下载及使用，而完整的 64KB 版本则是商业版本，真正有如此需要时才花钱购买，这是一个相当变通的方法。我们发现一个很奇怪的现象：许多大公司 & 研究单位都会购买 64KB 的完整版本，专门用来看或是“研究”别人的程序，也许这也是一种学习方法。

有了汇编语言软件后，你应该有一套简单的 8051 控制板，方便我们将程序放在这块控制板上执行，并且查看执行后的结果。市面上有各式各样的 8051 控制板，较高价位的 8051 控制板上还有键盘及 LCD 的显示电路，你可依实际的试验需要购买。不过要特别考虑的是控制板的扩充及支持性是否足够。以“旗威”的 FLAG51 单片机控制板为例，我们已经发展出一系列可扩充的外加板，如：I/O 监视器、七段显示器、隔离输入板、RELAY 输出板以及 EPROM/FLASH 微控制刻录器等等，你可以随兴进行各种的实际工业控制应用，这是业界一般的 8051 学习板所欠缺的，而这也是我们一直努力的方向。图 1-2 是“旗威科技”

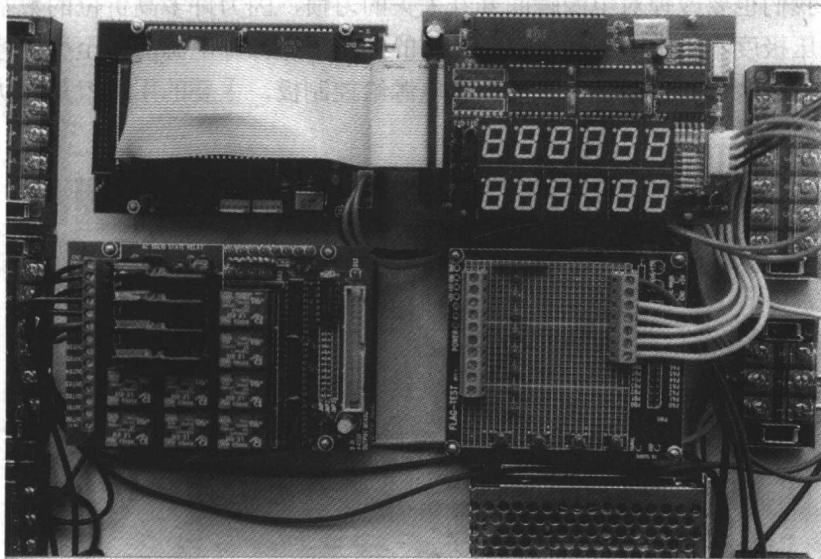


图 1-2

注：上图为以 8051 单片机为控制主体的专用机，左上为 FLAG51 单片机控制板，右上为 FLAGDISP 七段显示器及隔离输入板，左下为两片 RELAY 输出板，右下为额外的控制板。