

旗標



本书所附光盘包含书中全部范例程序

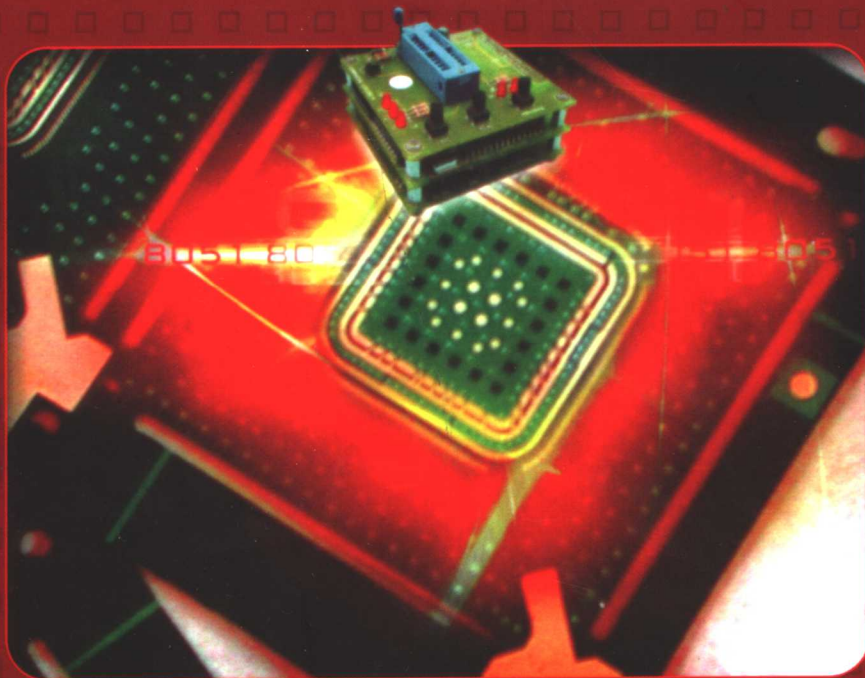


8051

单片机

彻底研究基础篇

林伸茂 编著
管继斌 白雁钧 改编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

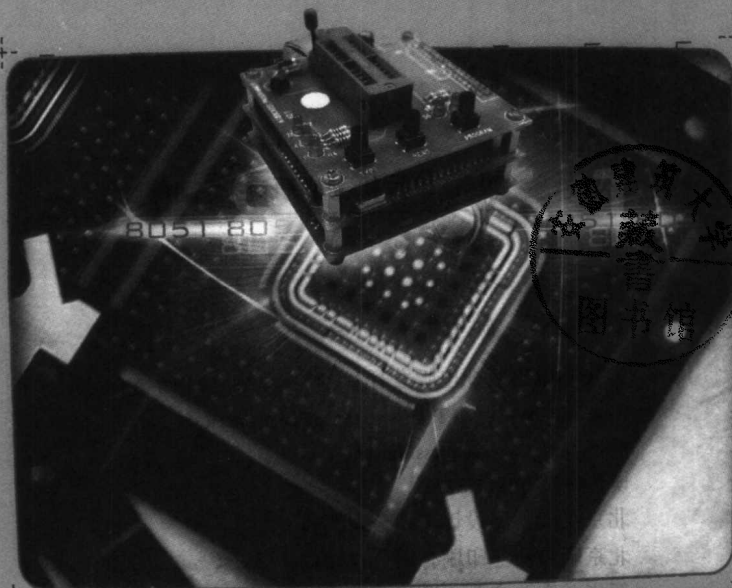
8051

单片机

彻底研究基础篇

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. 基础篇 / 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 7-115-12202-4

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 035952 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 基础篇

- ◆ 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: 22
字数: 527 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: 01-2002-6541 号

ISBN 7-115-12202-4/TP·3926

定价: 39.00 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

本书全面介绍了 8051 单片机的基础知识，全书共 21 章，分七部分，主要内容包括：

第一部分：第 1 章至第 4 章，8051 的由来与应用范围。

第二部分：第 5 章至第 7 章，8051 的指令与汇编语言的用法，以最简单的操作来建立单片机系统。

第三部分：第 8 章至第 9 章，AT2051 控制板的设计原理与用法。

第四部分：第 10 章至第 11 章，8051 单片机最重要的定时/计数与中断的应用。

第五部分：第 12 章至第 13 章，8051 的串行通信彻底研究。

第六部分：第 14 章至第 18 章，一系列的 8051 练习程序，从基础的 LED 应用，到高级的串行连线控制等各种详尽的示范程序。

第七部分：第 19 章至第 21 章，8051 程序与相关仪器的使用。

本书选材实用性和可操作性强，范例丰富，文字叙述清楚，是 8051 单片机初学者的入门指南，同时对于 8051 已经有一定基础的读者也具有较高的参考价值。本书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书中全部程序范例外，还有 USB 接口 AT89CX051 刻录器的刻录程序演示版，其安装过程可参考本书第 21 章中介绍 USB 刻录器的安装与使用的相关内容。

在安装过程中会出现“C:\WINDOWS\SYSTEM\msvcrt.dll 复制文件时，发生存取错误”的提示信息，此时只要选择“略过”，会出现另一个确定画面，再选择“是”即可顺利安装。这个问题是因为动态链接文件（msvcrt.dll）版本不同导致的错误，忽略此项错误并不会对程序的运行产生任何不正常的影响，亦不会造成系统的负担，请放心使用。

搭配 AT89CX051 刻录器，除保存（save）功能外，其余功能皆可正常工作，如果您还没有刻录器，本程序附有相关信息供您参考。如有任何关于刻录器或刻录程序的问题，欢迎您向旗威科技（Chipware Systems Inc.）洽询。

光盘程序范例包括：AT2051 控制板所有示范程序；定时中断与串行中断服务程序；温度测量与显示程序；8051 常用程序（含 32 位加减乘除运算）；I2C 控制程序；USB 刻录器的运行程序。

除本书附赠光盘内有许多的汇编程序外，另禾宇科技郑元龙先生也提供了许多的宝贵资源，如 DP51.exe 编译程序及 SIM51.exe 在线仿真软件，当然在因特网上也有许多共享软件方式的 8051 汇编程序可供读者下载使用，读者可以在各个门户网站输入关键词，例如“8051 assembler shareware”即可找到许多相关的资源。另外在此也提供另一个网址供读者参考 www.atmel.com/products/prod74.htm，而我们的网站 www.chipware.com.tw 也会随时保持最新的信息与读者一起分享，如读者有任何关于 8051 单芯片的问题欢迎随时与我们联系。

我们的网址是 <http://www.chipware.com.tw>

我们的信箱是 chipware@chipware.com.tw 或 service@chipware.com.tw

前言

让技术生根

10年前，我个人写了第一本有关8051单片机的书籍《单片机8051彻底研究》，当时的硬件架构主要是由8051配合外部32KB或64KB的EPROM组成的，而内含4KB的EPROM的8751或8KB的EPROM的8752价格还比较昂贵。随着半导体制造技术的不断进步，现在我们看到以8051为主体的设计，都改用内含Flash程序空间的AT89C51（4KB）或AT89C52（8KB），这两种IC（集成电路）都是Atmel公司的8051兼容产品，与原厂Intel公司的8751与8752在使用上完全相同，而且它们可以用+12V的电压就可以清除内部的程序内容，而不像EPROM需要用紫外线照射超过30分钟，才能清除内部的程序。Atmel公司的8051单片机兼容产品可以让系统设计者获得设计上极大的弹性，解决了在工具准备上的诸多难题。

10余年来在设计工作中，我也把8051单片机应用在许多工业设计上，保守的估计至少有百件以上。不论是在线路设计或是在程序撰写上，个人深刻感受到了8051单片机的种种优势，尤其是数年前Atmel公司推出的AT89C2051，它内含Flash存储器，程序空间为2KB，只有20根引脚，但是指令与8051完全兼容，除了串行通信的功能外，还有两个I/O端口（P1与P3，但是少了P3.6）。该芯片还有锁码，只要锁定后就无法再读回程序内容，这使得8051的硬件线路空间可以变得更小，应用范围更广，丝毫不比单片机的另一个竞争对手PIC差。

随着8051的专利权到期，半导体制造商可通过购买知识产权（IP）的方式，买到8051的整个微代码（Microcode，也有人称为Core），全盘理解后再加上其他特殊的控制电路，这就变成了CD-ROM的专用控制器。有人在8051的Microcode外，又加入高速的模拟—数字转换器（ADC），该IC就成为扫描仪专用的控制器，再稍做修改部分的硬件就成为数码相机的核心控制单元，这也是近几年来光驱、扫描仪与数码相机价格持续下跌的原因之一。上述这些事情正在阐明一个事实：除非你彻底弄懂，否则你只能做表面的修改而已。也唯有真正的技术生根，企业才得以存活下去，个人也要技术生根，否则就会被别人取代。当多数人在忧心产业转移时，技术人真正忧心的是我们有哪些技术真正生了根？

单片机系列书籍介绍

在写本书时，我们的视野与目标是相当开阔的。单靠一本书是无法把8051的指令与所有软硬件应用都交待清楚的，所以，我们规划了一系列的8051书籍供你参考：

《8051单片机彻底研究 基础篇》：

本书适合初学者阅读，重点在于对8051指令与架构的认识，以及8051系统的原理与基

础设计。

《8051 单片机彻底研究 实习篇》:

主要强调 8051 的系统扩充与整合应用,许多硬件的用法与规划技巧都在该书中进行介绍。

《8051 单片机彻底研究 经验篇》:

我们在 8051 应用经验的分享,其中包括各种刻录器的设计与程序共享等等,还有 8051 单片机的优缺点分析,这些都是相当宝贵的专业知识。

如何阅读本书

本书适合于 8051 单片机初学者阅读,我们期望初学者一定要动手去焊接,动脑去写 8051 的汇编语言程序,花点时间去研究别人写的程序,再花一点时间去推敲别人设计的电路,因为我们也是遵循这种法则,掌握到相关专业知识的。

人要进步就要一直学习,在 8051 单片机的知识领域里也是如此,而充实知识最佳的方法为“从做中学”,即英文的 Learning by Doing,唯有实际地做了才能学得更多。在本书中我们只提到两个实验用的装置:AT2051 控制板(面积相当小,只有 80mm×52mm)与 USB 刻录器,本书所有的范例都是以 AT2051 控制板为主要工作平台,当你弄懂 AT2051 控制板上所有的程序后,就代表你已经熟悉了单片机与数位控制的背景知识,而 USB 刻录器则只是一台刻录 AT89C2051 的工具而已,但是别忘了,它也是 8051 单片机的应用实例之一。

本书附赠的光盘中,包括了本书中所提到的汇编语言范例程序,我们建议你每研读一个章节就进行相关程序的验证,可以的话也把程序稍做修改,然后观察结果有何不同,这点是非常重要的!学习新知识的第一步是模仿,第二步正是修改,这段期间可能会持续很长,第三步才是创新。若没经过模仿与修改的过程,是谈不上创新的,没有创新就达不到“技术生根”。我们由衷地希望读者抱着这样的心态学习 8051 单片机,自己装配时如此,写程序的时候如此,程序排错时也是如此。

本书的内容安排

本书共分成 7 大部分,每部分都有相关的探讨主题,阅读时可依读者本身的需要,选择合适的主题进行学习与操作。我们希望 8051 的初学者能循序渐进地学会本书各章内容,我们更希望这本书是学习 8051 单片机时,读者最常参考与翻阅的工具书之一。本书内容如下:

第一部分:第 1 章至第 4 章,介绍了 8051 的由来与应用范围。

第二部分:第 5 章至第 7 章,讲述了 8051 的指令与汇编语言的用法,以最简单的操作来建立单片机系统。

第三部分:第 8 章至第 9 章,介绍了 AT2051 控制板的设计原理与用法,知道相关的用法后你就可以开始着手写些简单的 8051 程序了。

第四部分:第 10 章至第 11 章,讲解了 8051 单片机最重要的定时/计数与中断的应用,这一部分一定要实地操作演练才能加深印象。

第五部分:第 12 章至第 13 章,8051 的串行通信彻底研究,我们在 AT2051 控制板上也

设计有串行接口，我们强烈建议：如果你是 8051 的初学者的话，一定要详细研读这部分内容。

第六部分：第 14 章至第 18 章，一系列的 8051 练习程序，从基础的 LED 应用，到高级的串行连线控制的示范程序，内容详尽丰富、这部分有许多珍贵的宝藏正等待你的细心挖掘。

第七部分：第 19 章至第 21 章，8051 程序与相关仪器的使用，总有人会认为写程序怎么会用到仪器去检测，写程序不就是一连串的修改，不对再改就是了。可是如果有相关仪器的辅助，将可以大幅减少除错的时间，写程序可能不需要其他设备帮忙，但是学习 8051 单片机真地要“软硬都来”才行。

致谢

编写 8051 单片机的系列书籍绝对不是单一个人所能完成的，它绝对是一个团队的工作整合，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，光是校稿就校了很多次。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。

旗威科技有限公司

林伸茂

chipware@chipware.com.tw

目 录

第 1 章 单片机的来龙去脉

1-1 单片机就在我们身边	1
1-2 单片机与 PC 机的比较	2
1-3 典型的单片机应用系统	4
1-4 最简化的单片机系统	6
1-5 单片机系统的开发过程	7
1-6 单片机开发的实际问题	8
1-7 本书的单片机学习环境	9
1-8 习题	10

第 2 章 8051 单片机简介

2-1 微型控制器与微型处理器	11
2-2 MCS-51 系列单片机简介	12
2-3 8051 单片机功能方块图	14
2-4 8051 系统分析	19
2-5 习题	22

第 3 章 单片机的汇编语言

3-1 8051 单片机的程序设计	25
3-2 写汇编程序的预备知识	25
3-3 汇编语言的基本架构	26
3-4 写汇编语言前：熟悉寄存器与指令	28
3-5 试写一个 8051 汇编程序	29
3-6 配合示波器做汇编语言的排错	31
3-7 进一步完善 8051 汇编程序	33
3-8 8051 的反汇编程序	34
3-9 习题	34

第 4 章 8051 的存储器

4-1 8051 内部存储器的分配	37
4-2 程序存储器空间	37

4-3 外部数据存储器空间	39
4-4 内部数据存储器空间	40
4-5 习题	41

第 5 章 8051 指令的寻址模式

5-1 8051 执行指令的过程	43
5-2 8051 的直接寻址模式	46
5-3 8051 的间接寻址模式	48
5-4 8051 的寄存器寻址模式	50
5-5 8051 的立即寻址模式	51
5-6 8051 的索引寻址模式	53
5-7 习题	54

第 6 章 8051 指令解说

6-1 8051 指令格式	55
6-2 8051 指令概述	55
6-3 8051 指令集整理	58
6-4 影响标志的指令	59
6-5 8051 指令解析一：算术运算指令	60
6-6 8051 指令解析二：逻辑运算与传送指令	64
6-7 8051 指令解析三：数据传送指令	67
6-8 8051 指令解析四：布尔变量操作指令	71
6-9 8051 指令解析五：程序分支指令	73
6-10 习题	79

第 7 章 8051 单片机的引脚说明

7-1 8051 单片机的引脚	81
7-2 认识 AT89C2051	84
7-3 8051 与 AT89C2051 的差异	87
7-4 AT89C 系列的下一步	88
7-5 习题	89

第 8 章 8051 基本程序练习

8-1 工具的准备	91
8-1-1 硬件方面	91
8-1-2 软件方面	92
8-2 8051 汇编程序 8051 与 LINK4 的操作	92

8-3 基础范例一: LED 的亮与灭.....	94
8-4 基础范例二: 蜂鸣器的使用.....	96
8-5 基础范例三: 指示灯.....	98
8-6 基础范例四: 七段显示器的使用.....	100
8-7 基础范例五: 按键的使用.....	105
8-8 习题.....	109

第 9 章 8051 控制板制作

9-1 选用控制板的要点.....	111
9-2 AT2051 控制板的特点.....	112
9-3 线路分析.....	113
9-4 AT2051 控制板的应用与学习方向.....	116
9-5 AT2051 零件表及零件照片.....	117
9-6 组装指南.....	122
9-7 组装的测试步骤.....	124
9-8 测试点的准位与波形观察.....	131
9-9 习题.....	136

第 10 章 8051 定时/计数彻底研究

10-1 什么是定时/计数.....	137
10-2 8051 定时器和计数器安排.....	137
10-3 定时计数器相关的寄存器.....	138
10-3-1 TMOD 模式控制寄存器解析.....	139
10-3-2 TCON 控制寄存器解析.....	140
10-4 Timer 定时/计数器设置步骤.....	140
10-5 Timer 模式 0 彻底研究.....	142
10-6 Timer 模式 1 彻底研究.....	144
10-7 Timer 模式 2 彻底研究.....	153
10-8 Timer 模式 3 彻底研究.....	154
10-9 Timer 模式 3 的再探讨.....	155
10-10 习题.....	156

第 11 章 8051 中断彻底研究

11-1 为何要有中断.....	157
11-2 8051 的中断.....	157
11-3 中断时软件的动作剖析.....	158
11-4 中断时的硬件动作剖析.....	159

11-5	中断的寄存器 (IE 和 IP) 的介绍	162
11-6	8051 的中断源彻底研究	163
11-7	8051 的中断设置步骤	166
11-8	AT2051 控制板在中断上的安排	167
11-9	内部计数器 0 中断程序范例	168
11-10	外部负缘中断 INTO 程序范例	171
11-11	外部低准位中断程序范例	172
11-12	串行传输中断程序范例	172
11-13	习题	173

第 12 章 8051 串行通信彻底研究 (一)

12-1	为何要通信	175
12-2	如何进行串行通信	176
12-3	RS-232C 的规格	178
12-4	8051 的串行接口概述	181
12-5	与串行传输控制有关的寄存器	183
12-6	8051 串行传输的波特率设置	184
12-7	串行传输模式 0 彻底研究	186
12-8	串行传输模式 1 彻底研究	189
12-9	串行传输模式 2 彻底研究	193
12-10	串行传输模式 3 彻底研究	197
12-11	习题	199

第 13 章 8051 串行通信彻底研究 (二)

13-1	8051 的多处理器通信彻底研究	201
13-2	AT2051 的串行硬件线路分析	205
13-3	AT2051 控制板如何与 PC 连接	206
13-4	多处理器通信的写法分析	207
13-5	8051 串行接口发送硬件分析	208
13-6	串行传输实用程序例	210
13-7	串行传输的应用与影响	212
13-8	习题	214

第 14 章 AT2051 进阶实验 (一)

14-1	实验: 蜂鸣器的控制程序	215
14-2	实验: 中断服务程序所占用的时间	217
14-3	实验: 七段显示器的初步使用	218

14-4	实验: ACC 值的转换与显示	219
14-5	实验: BCD 值的转换与显示	220
14-6	实验: 按键动作的确认	221
14-7	实验: 学习波形 Duty Cycle 的计算与显示	222
14-8	实验: 学习温度值的换算与显示	223
14-9	实验: 温度值每秒读取两次的写法	224
14-10	实验: 另一种温度测量的写法	224
14-11	习题	226

第 15 章 AT2051 进阶实验 (二)

15-1	实验: 启动 RS485 串行通信接口	227
15-2	实验: 练习温度转成 ASCII 字符串的写法	229
15-3	实验: 串行传输的写法一	230
15-4	实验: 串行传输的写法二	231
15-5	实验: 将温度的解析度提高到小数点后一位	232
15-6	实验: 串行排错程序的加入	233
15-7	习题	234

第 16 章 AT2051 进阶实验 (三)

16-1	实验: 写入一个字节的数据到 EEPROM 24LC16 内	235
16-2	实验: EEPROM 的返回写法分析	236
16-3	实验: ID 值返回的写法	238
16-4	实验: 如何判断 EEPROM 是否存在	239
16-5	实验: ID 值的线上更改	240
16-6	实验: 配合 ID 调用的串行通信程序	241
16-7	实验: 串行通信程序的排错	241
16-8	实验: RS485 通信程序的完整版	243
16-9	习题	246

第 17 章 汇编语言的排错方法

17-1	汇编语言的难处	247
17-2	写程序的重点	247
17-3	LED 排错法	248
17-4	蜂鸣器排错法	248
17-5	DISPLAY 排错法	248
17-6	串行通信排错法	249
17-7	仪器协助排错法	250

17-8	高级仪器排错法	251
17-9	习题	252

第 18 章 8051 程序归纳整理

18-1	清除 4 个内部数据存储器地址	253
18-2	清除 4 个外部数据存储器地址	254
18-3	将外部数据存储器上 4 个字节值存入内部数据存储器	254
18-4	将 4 个内部数据值转存到外部数据存储器中	255
18-5	内部数据存储器的 4 个字节的相加 (不含正负符号)	255
18-6	内部数据存储器的值和外部数据存储器的值相加	256
18-7	内部数据存储器的 4 字节相减	256
18-8	将内部数据存储器内的值取补数	257
18-9	对外部数据存储器做 16 位的加法运算	258
18-10	对外部存储器做减法运算	258
18-11	内部数据存储器做值的比较	259
18-12	外部数据存储器做整段值的比较	259
18-13	内部数据存储器区与累加器做比较	260
18-14	4 字节不含正负符号的乘法运算	261
18-15	4 字节不含正负符号的除法运算	261
18-16	对外部数据存储器内的值做互斥运算, 以产生一个校验码	262
18-17	确认外部存储器 (4 字节) 的检验码是否正确	263
18-18	在内部数据存储器内产生 4 个随机数值	264
18-19	检查外部数据存储器 (16 位) 是否为 0000H	265
18-20	检查外部存储器 (16 位) 的值是否为十进制 1000	265
18-21	检查外部存储器 (16 位) 的值是否比 5000 大	266
18-22	将外部存储器 (16 位) 值转化成 6 个 BCD 码	267
18-23	将 ACC 值 (<99) 转化成两个 BCD 码	268
18-24	将累加器的值转化成 3 个 BCD 码	269
18-25	检查一段外部数据存储器 (2K) 的读写功能	269
18-26	计算 2KB 程序空间的检验和	270
18-27	清除外部数据存储器共 2048 个地址	271
18-28	将 1 个字节值转换成供数据显示用的 ASCII 码	271
18-29	将 ASCII 码转化成二进制码	272
18-30	习题	273

第 19 章 认识与使用混合式示波器

19-1	仪器规格	275
19-2	基本测量示范	278

19-3	特殊信号测量	280
19-4	习题	281

第 20 章 数字电表的使用

20-1	数字电表功能	283
20-2	数字电表操作要点	283
20-3	数字电表使用时特别注意事项	288
20-4	AT2051 控制板操作示范	288
20-5	电表的校正	290
20-6	习题	291

第 21 章 USB 刻录器的安装与使用

21-1	旗威 USB 刻录器	293
21-2	刻录器的安装	293
21-3	刻录程序的安装	295
21-4	刻录功能解说	296
21-5	Files 文件菜单	299
21-6	IC 芯片菜单	300
21-7	Programmer 刻录器菜单	303
21-8	Diagnostic 诊断菜单	305
21-9	USB 刻录器特殊用法	307
21-10	USB 刻录器注意事项	307
21-11	习题	308

附 录

附录 A	ASCII 表	309
附录 B	8051 相关 IC 引脚图	311
附录 C	8051 指令集总整理	313
附录 D	8051 指令整理 (依功能区分)	313
附录 E	8051 指令整理 (按 16 进制排列)	314
附录 F	8051 SFR 表与 RESET 后的初始值	321
附录 G	SFR 特殊功能寄存器整理表	321
附录 H	如何购买电子零件	325
附录 I	如何辨识晶体管的脚位	327
附录 J	如何看数据表	330
附录 K	如何焊接	332
附录 L	如何上网找零件	333

第 1 章

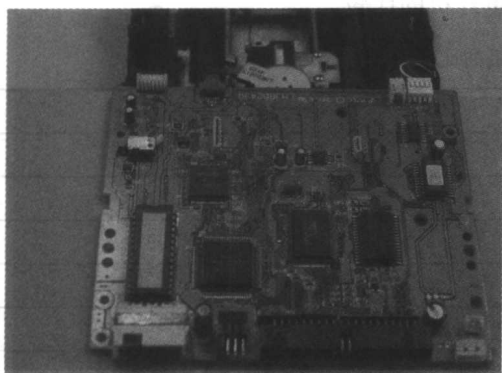
单片机的来龙去脉

很多人认为学习单片机就是写汇编语言，枯燥乏味，是一个苦差事，其实这只是单片机的软件设计给人一种的一种印象。而如果从实际应用的角度来看单片机，就会发现单片机所开发出来的设备和产品，在现代人的生活和工作中随处可见，例如：手机以及手机的充电座和电池。学习单片机是有现实意义的，当你看到自己设计的单片机系统成功运行了，甚至转化为产品而活跃在各行各业中，那么，在你感受成功的喜悦时刻，你会说，这是我刻苦学习的结果！

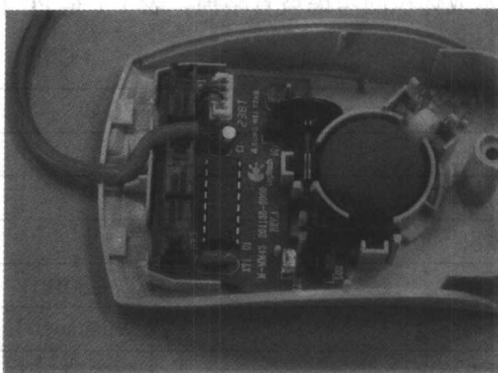
你准备好了吗，让我们开始学习单片机，开始学习 8051 吧！

1-1 单片机就在我们身边

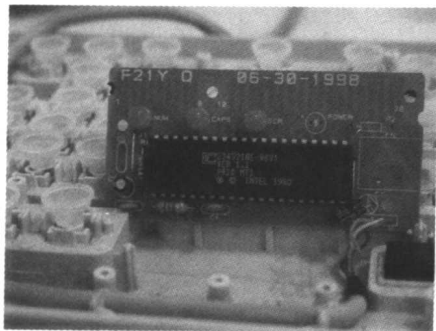
你见过单片机吗？其实它就藏在我们日常生活的常用设备中：电子表、计算器、掌上型游戏机、数码相机、录音笔以及电视与空调的遥控器等等，不胜枚举。在 PC 机内部也有单片机，它化身成光驱激光读取头的控制器、网卡、键盘和鼠标的控制芯片等等。图 1-1 是单片机的几个应用实例图。



光驱上的单片机



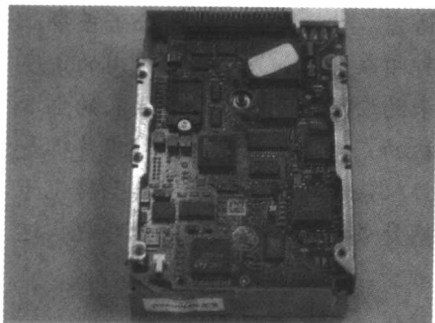
鼠标上的单片机



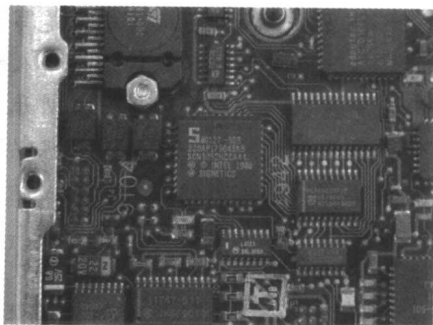
键盘上的单片机



遥控器上的单片机



硬盘上也有单片机



硬盘电路板的部分放大图

图 1-1

1-2 单片机与 PC 机的比较

PC 机可以说是一套完整的计算机系统，它的主板上有 CPU 和至少上百兆字节的内存，PC 机可外接显示器输出运算结果，而键盘与鼠标则是输入设备，磁盘驱动器与硬盘也可看成计算机另外的重要设备，它们负责保存数据。而在单片机上，上述设备不是被简化，就是因成本或体积的考虑被省略掉。表 1-1 是 PC 机与单片机的比较。

表 1-1

PC 机与单片机的比较

	PC 机	单片机
单价	高	低
功能	多	单一
体积	大	小到不能再小
内存	以百 MB 计	2KB~8KB
操作环境	Windows, Linux 等	自行发展
标准输出	CRT 或 LCD 屏幕	LED 或七段显示器
标准输入	键盘鼠标	数个按键
常用的控制用程序	VB 或 VC	汇编语言或 C 语言

单片机的系统没有类似 PC 机的显示器，若是有显示的需要时，它会以简单的 LED（发