

8051单片机技术应用系列

附范例源程序光盘

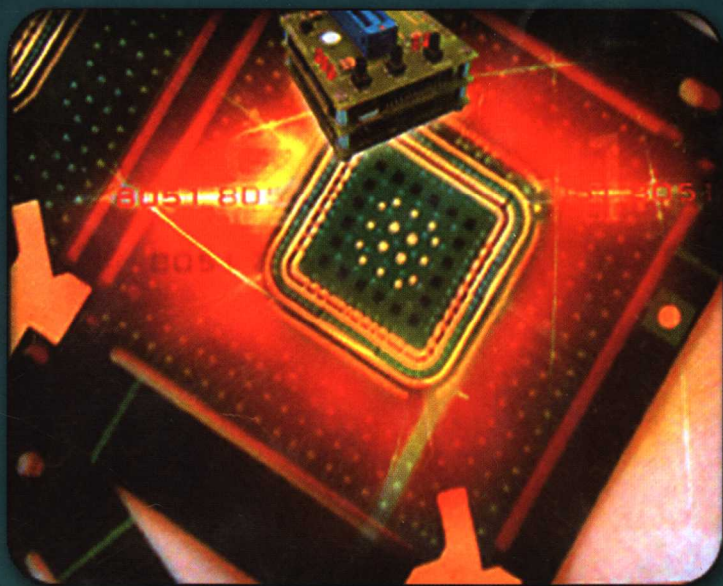


# 8051

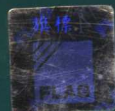
# 单片机

## 彻底研究 基础篇

林伸茂 编著



中国电力出版社  
www.infopower.com.cn



TP368.1  
121D=2  
:1  
2007

# 8051

# 单片机

## 彻底研究 基础篇

林伸茂 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

## 内 容 提 要

本书主要以旗威科技公司生产的FLAG51单片机控制板为描述主体,全面介绍了8051单片机的基础知识。全书共分为七大部分,分别为8051的由来与应用范围、8051的指令与汇编语言的用法、AT2051控制板的设计原理与用法、8051单片机定时/计数与中断的应用、8051的串行通信彻底研究、一系列8051的练习程序以及8051程序与相关仪器的使用。

本书选材的实用性和可操作性极强,范例丰富,文字叙述清楚,是8051单片机初学者的入门指南,对8051有一定基础的读者也具有较高的参考价值,非常适合作为高等院校学生做实验、专题制作、研究和设计单片机产品的专业参考书,同时也适合于广大单片机从业人员的学习使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

8051单片机彻底研究——基础篇 / 林仲茂编著. —北京: 中国电力出版社, 2007.1

(8051单片机技术应用系列)

ISBN 978-7-5083-4686-1

I. 8... II. 林... 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(2006)第148752号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2006-5847号

### 版权声明

本书简体中文版由旗标出版股份有限公司授权中国电力出版社出版,其专有出版发行权由中国电力出版社所有,未经出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何理由或任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

责任编辑: 李富颖

责任校对: 崔燕菊

责任印制: 李文志

丛 书 名: 8051单片机技术应用系列

书 名: 8051单片机彻底研究——基础篇

编 著: 林仲茂

出版发行: 中国电力出版社

地址: 北京市三里河路6号 邮政编码: 100044

电话: (010) 68362602 传真: (010) 68316497

印 刷: 北京市同江印刷厂印刷

开本尺寸: 185 × 260 印 张: 22.75 字 数: 552千字

书 号: ISBN 978-7-5083-4686-1

版 次: 2007年4月北京第1版

印 次: 2007年4月第1次印刷

印 数: 0001—4000

定 价: 39.00元(含1CD)

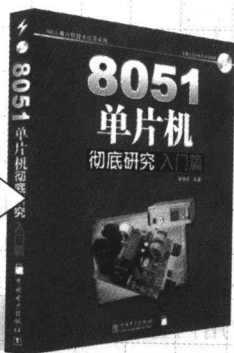
### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 8051 单片机学习地图

8051 单片机的应用到处都是，可是我一点基础都没有，要怎样开始学习呢？



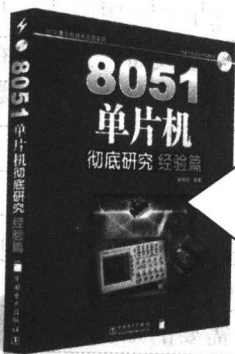
8051 单片机  
彻底研究——入门篇

我对 8051 已经有了基本的认识，我想更进一步彻底学好 8051 汇编语言！



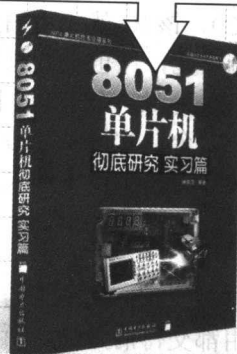
8051 单片机  
彻底研究——基础篇

要想学好 8051，练习是少不了的，我希望找一些有趣的题目自己动手做做看，不然怎样写都是一些简单的范例。



8051 单片机  
彻底研究——经验篇

基本功都练扎实了，想进一步提高水平，吸取前辈的经验是最好的办法。



8051 单片机  
彻底研究——实习篇

# 序 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,而内置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,都改用内置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和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需要用紫外线超过30分钟的照射,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。

在设计工作中,10余年来我也把8051单片机应用在许多工业设计上,保守地估计至少有百件以上。不论是在线路设计或是在程序编写上,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,内置Flash存储器,只有20根引脚,程序空间为2KB,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,再对部分的硬件稍做修改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。上述这些事情正在说明一个事实: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。当多数人在担心产业转移时,做技术的人真正担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:

(1)《8051单片机彻底研究——入门篇》:本书包括8051初学者需要的知识与基本程序范例。

(2)《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。

(3)《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,许多硬件的用法与设计技巧都在该书中加以介绍。

(4)《8051 单片机彻底研究——经验篇》：我们在 8051 应用经验的分享，其中包括各种烧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“做中学 (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 烧录器，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字控制的背景知识，而 USB 烧录器则只是一台烧录 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。

在随书光盘中，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，第二步是修改，这段时间可能会持续很长，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学习 8051 单片机的心态是如此，自己装配时如此，写程序的时候如此，程序除错时也是如此。

## 本书的内容安排

本书共分成七大部分，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。

第一部分：介绍了 8051 的由来与应用范围。

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

第三部分：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：介绍了 8051 单片机最重要的定时/计数与中断的应用，这一部分一定要实际操作演练才能加深印象。

第五部分：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，一定要详细读这部分内容。

第六部分：一系列的 8051 练习程序，从基础的 LED 应用，到高级的串行通信控制都有完整的示范程序案例，这部分有许多珍贵的宝藏正等待你的细心挖掘。

第七部分：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 单片机系列书籍绝对不是一个人所能完成的，它绝对是一个团队工作的整合，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及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。

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学习效果与启示。

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，就没有本系列丛书的问世。

旗威科技有限公司

林伸茂

chipware@chipware.com.tw

# 目 录

## 序 言

## 入 门 篇

<b>第 1 章 单片机的来龙去脉</b> .....	2
1-1 单片机从头说起.....	2
1-2 单片机与个人电脑的比较.....	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.....	5
1-5 单片机开发的实际问题.....	7
1-6 本书的单片机学习环境.....	8
习题.....	9
<b>第 2 章 8051 单片机简介</b> .....	12
2-1 微型控制器与微型处理器.....	12
2-2 时势造英雄: MCS-51 系列单片机.....	12
2-3 8051 单片机功能方框图.....	14
2-4 8051 系统复位分析.....	20
习题.....	22
<b>第 3 章 单片机的汇编语言</b> .....	26
3-1 8051 单片机的程序设计.....	26
3-2 写汇编程序的预备知识.....	26
3-3 汇编语言的基本架构.....	27
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.....	30
3-6 配合示波器做汇编语言的除错.....	31
3-7 更进一步的 8051 汇编程序.....	33
3-8 8051 的反汇编程序.....	34
习题.....	34
<b>第 4 章 8051 的存储器</b> .....	36
4-1 8051 内部存储器的分配.....	36
4-2 程序存储器空间.....	37
4-3 外部数据存储器空间.....	37
4-4 内部数据存储器空间.....	38
习题.....	39
<b>第 5 章 8051 指令的寻址模式</b> .....	42
5-1 8051 执行指令的过程.....	42



5-2	8051 的直接寻址模式 .....	45
5-3	8051 的间接寻址模式 .....	46
5-4	8051 的寄存器寻址模式 .....	47
5-5	8051 的立即寻址模式 .....	49
5-6	8051 的索引寻址模式 .....	49
	习题 .....	51
<b>第 6 章</b>	<b>8051 指令说明 .....</b>	<b>54</b>
6-1	8051 指令格式 .....	54
6-2	8051 指令概述 .....	54
6-3	8051 指令集整理 .....	56
6-4	影响标志位的指令 .....	58
6-5	8051 指令解析一: 算术运算指令 .....	59
6-6	8051 指令解析二: 逻辑运算与移位指令 .....	62
6-7	8051 指令解析三: 数据传送指令 .....	64
6-8	8051 指令解析四: 布尔变量操作指令 .....	68
6-9	8051 指令解析五: 程序分支指令 .....	69
	习题 .....	75
<b>第 7 章</b>	<b>8051 单片机的引脚说明 .....</b>	<b>78</b>
7-1	8051 单片机的引脚 .....	78
7-2	认识 AT89C2051 .....	81
7-3	8051 与 AT89C2051 的差异 .....	84
7-4	AT89C 系列的下一步 .....	84
	习题 .....	86
<b>第 8 章</b>	<b>8051 基本程序练习 .....</b>	<b>88</b>
8-1	工具的准备 .....	88
8-2	8051 汇编程序 X8051 与 LINK4 的操作 .....	89
8-3	基础范例一: LED 的亮与灭 .....	90
8-4	基础范例二: 蜂鸣器的使用 .....	92
8-5	基础范例三: 指示灯 .....	93
8-6	基础范例四: 七段显示器的使用 .....	95
8-7	基础范例五: 按键的使用 .....	99
	习题 .....	102
<b>第 9 章</b>	<b>8051 控制板线路说明 .....</b>	<b>104</b>
9-1	如何选用控制板 .....	104
9-2	AT2051 控制板的特点 .....	105
9-3	线路分析 .....	105
9-4	AT2051 控制板的应用与学习方向 .....	108
9-5	AT2051 元件表及元件照片 .....	110
9-6	组装指南 .....	112
9-7	组装的测试步骤 .....	113

9-8 测试点的电平与波形观察 .....	117
习题 .....	122

## 彻底研究篇

<b>第 10 章 8051 定时/计数彻底研究 .....</b>	<b>124</b>
10-1 什么是定时/计数 .....	124
10-2 8051 定时器和计数器安排 .....	124
10-3 定时/计数器相关的寄存器 .....	125
10-4 8051 的 Timer 定时/计数器设置步骤 .....	127
10-5 Timer 模式 0 彻底研究 .....	128
10-6 Timer 模式 1 彻底研究 .....	130
10-7 Timer 模式 2 彻底研究 .....	137
10-8 Timer 模式 3 彻底研究 .....	138
10-9 8051 Timer 模式 3 的再探讨 .....	139
习题 .....	140
<b>第 11 章 8051 中断彻底研究 .....</b>	<b>142</b>
11-1 为何要有中断 .....	142
11-2 8051 的中断 .....	142
11-3 中断时软件的操作剖析 .....	143
11-4 中断时的硬件操作剖析 .....	144
11-5 中断的寄存器 (IE 和 IP) 的介绍 .....	146
11-6 8051 的中断源彻底研究 .....	148
11-7 8051 的中断设置步骤 .....	150
11-8 AT2051 控制板在中断上的安排 .....	151
11-9 内部计数器 0 中断程序范例 .....	151
11-10 外部负边沿中断 INTO 程序范例 .....	157
11-11 外部低电平中断程序范例 .....	160
11-12 串行传输中断程序范例 .....	162
习题 .....	168
<b>第 12 章 8051 串行通信彻底研究 (一) .....</b>	<b>170</b>
12-1 为何要通信 .....	170
12-2 如何进行串行通信 .....	171
12-3 RS232C 的规格 .....	173
12-4 8051 的串行接口概述 .....	175
12-5 串行传输控制有关的寄存器: SCON .....	177
12-6 8051 串行传输的波特率设置 .....	178
12-7 串行传输模式 0 彻底研究 .....	179
12-8 串行传输模式 1 彻底研究 .....	184
12-9 串行传输模式 2 彻底研究 .....	188
12-10 串行传输模式 3 彻底研究 .....	191

习题.....	193
<b>第 13 章 8051 串行通信彻底研究 (二)</b> .....	196
13-1 8051 的多处理器通信彻底研究 .....	196
13-2 AT2051 的串行硬件线路分析 .....	199
13-3 AT2051 控制板如何与 PC 连接 .....	200
13-4 多处理器通信的写法分析 .....	201
13-5 8051 串行接口发送硬件分析 .....	202
13-6 串行传输实用程序范例 .....	205
13-7 串行传输的应用与影响 .....	207
习题.....	208

### 进阶练习篇

<b>第 14 章 AT2051 进阶练习 (一)</b> .....	210
14-1 练习: 蜂鸣器的控制 .....	210
14-2 练习: 中断服务程序所占用的时间 .....	213
14-3 练习: 七段显示器的初步使用 .....	215
14-4 练习: ACC 值的转换与显示 .....	218
14-5 练习: BCD 值的转换与显示 .....	221
14-6 练习: 按键操作的确认 .....	224
14-7 练习: 学习波形 Duty Cycle 的计算与显示 .....	227
14-8 练习: 学习温度值的换算与显示 .....	227
14-9 练习: 温度值每秒读取两次的写法 .....	228
14-10 练习: 另一种温度测量的写法 .....	229
习题.....	230
<b>第 15 章 AT2051 进阶练习 (二)</b> .....	234
15-1 练习: 启动 RS485 串行通信接口 .....	234
15-2 练习: 练习温度值转成 ASCII 字符串的写法 .....	235
15-3 练习: 串行传输的写法一 .....	236
15-4 练习: 串行传输的写法二 .....	237
15-5 练习: 将温度的精确度提高到小数点后一位 .....	238
15-6 练习: 串行除错程序的加入 .....	239
习题.....	240
<b>第 16 章 AT2051 进阶练习 (三)</b> .....	242
16-1 练习: 写入一个字节的的数据到 E <sup>2</sup> PROM 24LC16 内 .....	242
16-2 练习: E <sup>2</sup> PROM 的读回写法分析 .....	243
16-3 练习: ID 值读取的写法 .....	244
16-4 练习: 如何判断 E <sup>2</sup> PROM 是否存在 .....	245
16-5 练习: ID 值的在线更改 .....	246
16-6 练习: 配合 ID 调用的串行通信程序 .....	246
16-7 练习: 串行通信程序的除错 .....	247
16-8 练习: RS485 通信程序的完整版 .....	248

习题	251
<b>第 17 章 汇编语言的写法分析与除错</b>	<b>254</b>
17-1 汇编语言的难点	254
17-2 写程序的重点	254
17-3 LED 除错法	254
17-4 蜂鸣器除错法	255
17-5 DISPLAY 除错法	255
17-6 串行通信除错法	256
17-7 仪器协助除错法	257
17-8 高级仪器除错法	257
习题	258
<b>第 18 章 8051 例程归纳整理</b>	<b>260</b>
18-1 清除 4 个内部 DATA MEMORY 地址	260
18-2 清除 4 个外部 DATA MEMORY 地址	260
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	261
18-4 将 4 个内部数据值转存到外部数据存储器中	261
18-5 内部数据存储器内 4 字节相加 (不含正负符号)	262
18-6 内部数据存储器的值和外部数据存储器的值相加	262
18-7 内部数据存储器的 4 字节相减	263
18-8 将内部数据存储器内的值取补码	263
18-9 对外部数据存储器做 16 位的加法运算	264
18-10 对外部存储器做减法运算	264
18-11 内部数据存储器做值的比较	265
18-12 外部数据存储器做整段值的比较	265
18-13 内部数据存储器区与累加器做比较	266
18-14 4 字节不含正负符号的乘法运算	266
18-15 4 字节不含正负符号的除法运算	267
18-16 对外部数据存储器内的值做异或运算产生一个校验码	268
18-17 确认外部数据存储器 (4 字节) 的校验码是否正确	269
18-18 在内部数据存储器内产生 4 个随机数	269
18-19 检查外部数据存储器 (16 位) 是否为 0000H	270
18-20 检查外部数据存储器 (16 位) 的值是否为 1000	271
18-21 检查外部数据存储器 (16 位) 的值是否比 5000 大	271
18-22 将外部数据存储器 (16 位) 值转换成 6 个 BCD 码	272
18-23 将 ACC 值 (<99) 转换成两个 BCD 码	273
18-24 将累加器的值转换成 3 个 BCD 码	273
18-25 检查一段外部数据存储器 (2KB) 的读写功能	274
18-26 计算 2KB 程序空间的校验和 (CHECKSUM)	274
18-27 清除外部数据存储器共 2048 个地址	275
18-28 将 1 个字节值转换成 ASCII 码, 供数据显示用	275
18-29 将 ASCII 码转换成二进制	276

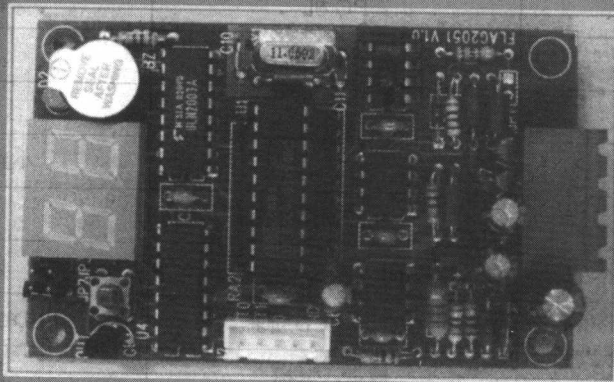
习题.....	277
---------	-----

## 工具善用篇

<b>第 19 章 混合式示波器的认识与使用</b> .....	280
19-1 仪器规格.....	280
19-2 基本测量示范.....	283
19-3 特殊信号测量.....	285
习题.....	286
<b>第 20 章 数字电表的使用</b> .....	288
20-1 数字电表功能.....	288
20-2 数字电表操作要点.....	288
20-3 数字电表使用时的特别注意事项.....	290
20-4 AT2051 控制板操作示范.....	291
20-5 电表的校正.....	291
习题.....	293
<b>第 21 章 USB 烧录器的安装与使用</b> .....	296
21-1 旗威 USB 烧录器.....	296
21-2 烧录器的安装.....	296
21-3 烧录程序的安装.....	297
21-4 烧录功能说明.....	297
21-5 Files 文件菜单.....	299
21-6 IC 芯片菜单.....	301
21-7 Programmer 烧录器菜单.....	303
21-8 Diagnostic 诊断菜单.....	305
21-9 USB 烧录器特殊用法.....	306
21-10 USB 烧录器注意事项.....	307
习题.....	307
<b>附录</b> .....	309
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.....	314
附录 D 8051 指令整理 (按功能划分).....	324
附录 E 8051 指令整理 (按十六进制排列).....	329
附录 F 8051 SFR 表与 RESET 后的初始值.....	336
附录 G SFR 特殊功能寄存器整理表.....	337
附录 H 如何购买电子元件.....	340
附录 I 如何识别晶体管 (三极管) 的引脚.....	342
附录 J 如何看 Data Sheet.....	345
附录 K 如何焊接.....	347
附录 L 如何上网找元件.....	349

# 入门篇

# 1



AT2051 控制板，程序空间可达 2KB 或 4KB，可作为学习用，也可做实际工业应用

# 第1章 单片机的来龙去脉

很多人认为学习单片机就是编写汇编语言的苦差事，其实只答对了一半。运用单片机所开发出来的产品，早已应用到现代人许多日常生活用品上。你用手机吗？手机本身就是单片机最好的表现形式，而充电器与电池上也有单片机存在。因此，不用心地去认识单片机是不行的！

## 1-1 单片机从头说起

你碰过单片机吗？先不要急着回答没有。其实它就藏在我们日常生活的常用设备中，而只是我们没有感觉到它的存在，例如：电子手表、掌上游戏机、数码相机、录音笔以及电视的遥控器等。在一般 PC 机内部也有单片机，譬如网卡、键盘和鼠标的控制芯片等等。

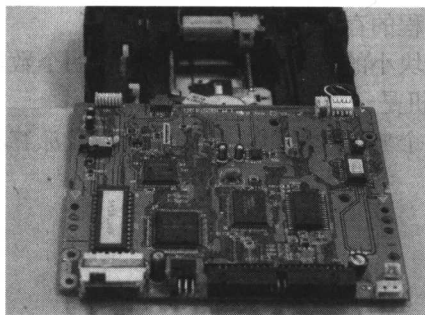
各种单片机的实例如图 1-1 所示。

## 1-2 单片机与个人电脑的比较

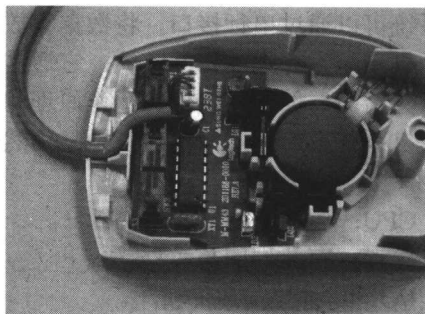
个人电脑（以下称 PC 机）可以说是一套完整的计算机系统，它的主板上有 CPU 和至少上百兆字节的内存，PC 机可外接显示器作为输出设备，而键盘与鼠标则是输入设备，磁盘驱动器与硬盘也可看成计算机另外的重要设备，它们负责保存数据。可是，在单片机的应用领域里，上述设备不是被简化，就是从成本或体积的考虑而被省略掉。

表 1-1 PC 机与单片机的比较

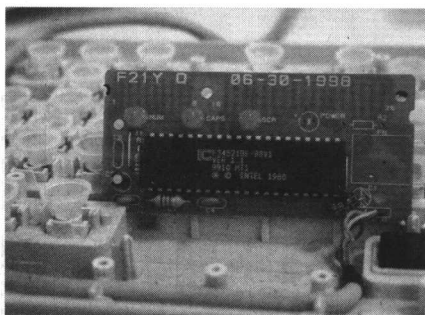
	PC 机	单片机
单 价	高	低
功 能	多	单一
体 积	大	小到不能再小
内 存	以百 MB 计	2~8KB
操作环境	Windows、Linux 等	自行开发
标准输出	CRT 或 LCD 屏幕	LED 或七段显示器
标准输入	键盘、鼠标	数个按键
常用的程序编程语言	VB 或 VC	汇编语言或 C 语言



(a) 光驱上的单片机



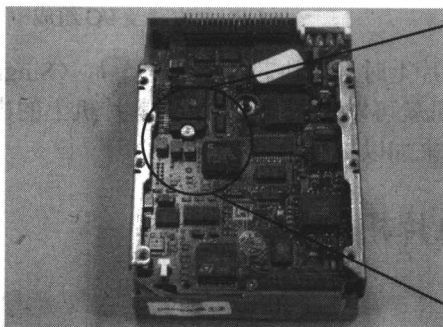
(b) 鼠标上的单片机



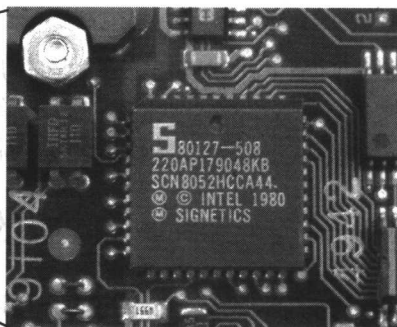
(c) 键盘上的单片机



(d) 遥控器上的单片机



(e) 硬盘上的单片机



硬盘电路板的部分放大图

图 1-1 单片机的各种应用实例

单片机的系统没有类似 PC 机的显示器，当有显示的需要时，它会以简单的 LED（发光二极管）、七段显示器或体积不大的 LCD（液晶显示器）模块替代，单片机的显示信息只需要简单的界面就可以满足，而 PC 机的屏幕体积过大反而不方便。

单片机的系统里很少有 PC 机上的大键盘，因为单片机系统本身的体积就比键盘还要小，如果有输入的需要，通常会以几个简单的按键替代，只要稍做几个键的组合处理就可以达到单片机系统的要求。

单片机系统没有磁盘驱动器、没有硬盘，更不可能有 CD-ROM 光驱，当需要保存数据时，它会把数据存放在带电池的 SRAM（静态存储器）中，或是将数据存放在 E<sup>2</sup>PROM（电可擦可编程只读存储器）中，这样就是关闭电源也不怕数据丢失。当有更多的数据要存放时，



单片机系统可以通过串行接口，将数据存放在远程的存储设备上。

单片机系统没有大体积的主板，它通常是一块小的单片基板，上面元件的个数非常少，构造也十分精简，但是它整体的工作原理和 PC 机是一样的。

单片机系统虽然如此简单，但是它仍然是一个典型的微机系统，具有组成计算机系统的 3 个要素：

- (1) CPU：运算或逻辑上的判断。
- (2) 内存：存放程序与数据。
- (3) I/O：与外界沟通的桥梁。



图 1-2 PC 机与单片机大小的比较

注：中间加圆圈者为单片机。

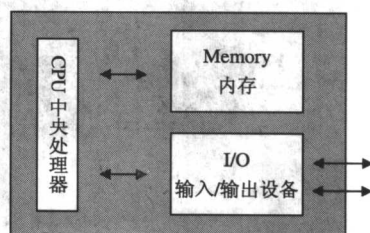


图 1-3 所有的计算机系统都由

CPU、内存及 I/O 组成

当我们同时把上述三要素都集中在一片芯片上时，这块芯片就叫做单片（Single Chip）机。只要加上电源及几个必要的元件后，单片机就可以独立工作了。当单片机上的内存或 I/O 不够用时，我们还可以外加其他的硬件或芯片来加以扩展。

### 1-3 典型的单片机应用系统

单片机组成的系统是无所不在的，家用电器（如微波炉、电磁炉、电视及智能型冰箱），汽车上的诸多控制单元（如 ABS 防抱死装置、电喷发动机控制器以及空调恒温控制器）和工厂里的许多控制设备都广泛地使用了单片机。在实际的应用中，单片机必须和外部的机电系统连接，以便得到必要的信息来实施控制。为了达到外界物理数据的获取及有效控制的目的，往往需要加上传感器（Sensor）及驱动（Driver）电路，因此单片机系统的设计，不可避免地必须包括硬件线路设计的部分。另一方面单片机为了能够实现智能感应、控制与驱动的目标，自然也包括软件程序设计的部分。

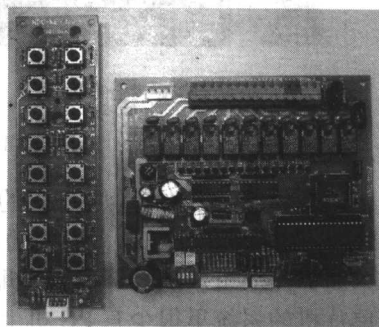


图 1-4 典型的单片机控制系统

注：左边是遥控设备输入，按钮较多但输出只有 3 个 LED，右边则是油电动机与电磁阀控制单元。