

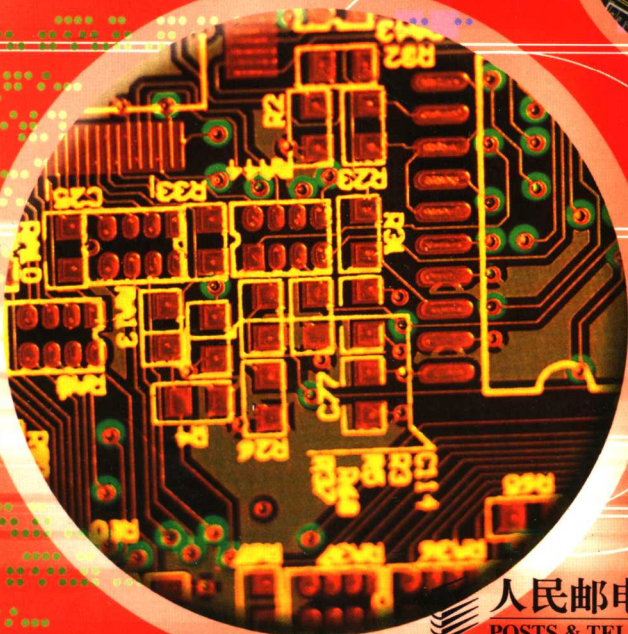
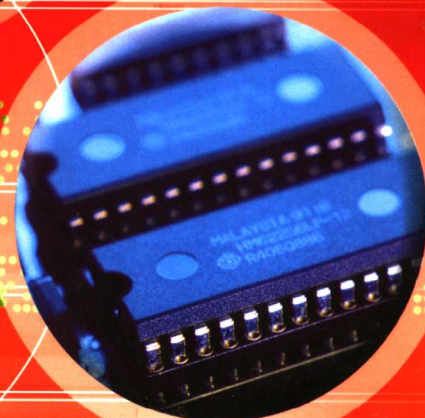
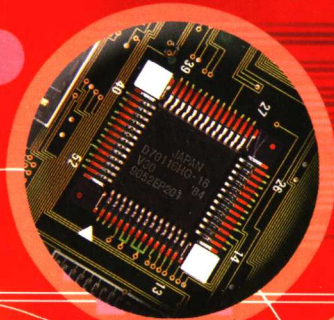
Mc
Graw
Hill Education



PROGRAMMING AND CUSTOMIZING
THE 8051 MICROCONTROLLER

精通8051 程序设计

[美] Myke Predko 编著
田玉敏 等 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精通 8051

程序设计

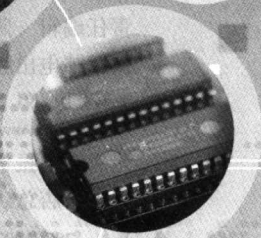
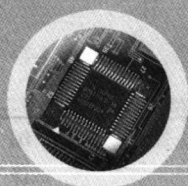
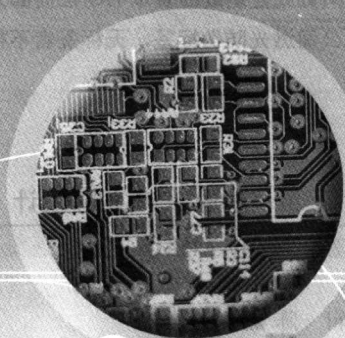
作者：[作者姓名]



精通8051 程序设计

[美] Myke Predko 编著

田玉敏 等 译



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

精通 8051 程序设计 / (美) 普雷德克 (Predko, M.) 编著; 田玉敏等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.3

ISBN 7-115-14317-X

I. 精... II. ①普...②田... III. 单片微型计算机, 8051—程序设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 008927 号

版 权 声 明

Myke Predko

Programming and Customizing The 8051 Microcontroller

ISBN:0-07-134192-7

Copyright © 1999 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved.No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and People's Posts & Telecommunications Publishing House.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳-希尔教育 (亚洲) 出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封底贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签, 无标签者不得销售。

精通 8051 程序设计

◆ 编 著 [美]Myke Predko

译 田玉敏 等

责任编辑 陈 昇

◆ 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>

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 29.75

字数: 724 千字

2006 年 3 月第 1 版

印数: 1—5 000 册

2006 年 3 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2005-6301 号

ISBN 7-115-14317-X/TP · 5175

定价: 49.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

内容提要

本书用大量的实例深入浅出地介绍了增强型 8051、AT89Cx051 和 Dallas 半导体公司的 HSM DS87C520 微控制器的原理及应用技术。全书共分 12 章，主要内容包括：微控制器体系结构、8051 系列微控制器的体系结构、指令系统、硬件特性、汇编语言程序设计以及单片机应用系统的设计等。本书内容新颖、丰富、实用，具有一定的先进性、系统性和实用性。

本书可作为电子类、计算机类、机械类及其他理工科专业的单片机课程教材，亦适合自学或供从事单片机开发与应用的工程技术人员作为参考书。

前言

在参加 Celestica 测试工程工作时，我对许多新工程师不愿设计使用嵌入式微控制器的应用（包括产品和测试接口）而吃惊。这有些令人失望，我认为使用微控制器能够极大地提高项目开发的速度，并使开发更容易。

本书的目的是向工程师和技术人员介绍 Intel 研制的 8051 嵌入式微控制器，并为那些从未使用 8051 开发和调试过应用系统的人提供足够的信息。除这些内容外，本书还提供了许多实验和示例的应用系统，以说明 8051 能够与多种多样的通用电子器件连接。

嵌入式微控制器（如本书所定义）是单片内集成有微处理器以及支持功能（时钟和重置）、存储器（程序存储器和 RAM）和 I/O（包括总线接口）的芯片。这些内置功能使对所设计的最终应用中外部电路和器件的需求达到最小，参见图 1-1。

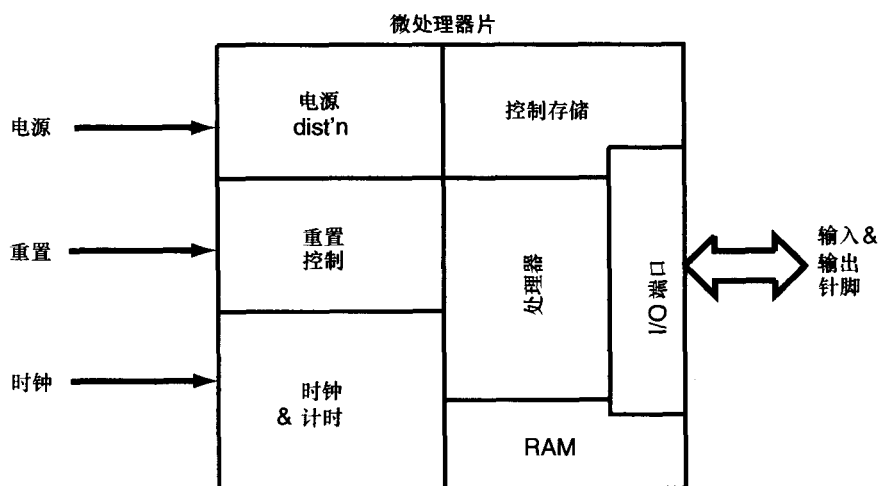


图 1-1 微控制器框图

通常人们总是尽可能考虑用分离逻辑和 PLD 来实现接口和控制电路，因为他们认为微控制器具有以下特点：

- 比分离逻辑成本高；
- 需要较长时间的学习；
- 需要许多昂贵的支持工具；
- 能够利用的支持较少（特别是对于那些非大型消费者的测试/工艺工程师和爱好者

2 前言

来说更是如此，他们所使用的器件一般为一种到几十种)；

- 不易获得扩展环境器件（用于恶劣环境和环境压力筛选）；
- 难以真正实现“单一器件解决方案”（需要附加电路来完善应用系统）。

这些假设大部分是错的。微控制器技术的发展（包括所有电子器件都不可避免的成本下降）通常意味着使用微控制器比分离逻辑开发应用的成本更低、速度更快、效率更高。本书和 McGrawHill 出版社的“编程与自主开发”丛书旨在介绍微控制器以及自主开发的应用所必需的知识和信息。

虽然许多微控制器都有在开发前必须了解的特色，但对于大多数微控制器，我们不需要花费大量的时间去学习如何高效地为其编程。本书不可能解答关于开发 8051 应用的所有问题，读者应该能够通过本书了解足够的知识来规划应用开发以及查找完成该项目所必需的其他资源。

新兴的微控制器速度更快、体积更小、功效更高，功能也越来越多。一般，初始型号的微控制器只有存储器和简单的数字 I/O，但随着该器件族的日趋成熟，可以利用的具有不同功能的器件越来越多。

如果考虑所有 8051 制造商的产品，大约有 2000 多种不同编号的 8051 器件，每一种都有不同的功能和性能。对于大多数应用，都能够在该器件族中找到一种满足特定需要的器件，它能使外部器件最少，或者具有从布线和编程的角度讲——使连接外部器件更容易的外部总线。

本书内容的组织方式力图使读者更有效更迅速地掌握新器件的相关知识。首先简述器件及其功能。通常从器件的封装、时序和 I/O 性能入手。

然后，介绍处理器的体系结构并了解其组织结构。这是一种有趣的练习，因为我自己关于处理器工作方式的概念与制造商数据手册中给出的完全不同。一旦有了自己完成的一个框图，可以将它与各种指令的操作相对比。如果不能画出一条指令的数据路径，就要修改框图，直到它有意义且适用于每一条指令为止。

我喜欢从智能数字电子仪器中获得乐趣，了解电路之间的关联并寻找连接软件、硬件的捷径。“8051 实验”一章列举了有助于了解器件工作方式而设计的多个实验。除此之外，还给出了许多说明 8051 如何提供面向外界的接口的应用示例。

在实验和应用示例中，尽可能包含了与如下器件如何提供规范接口的示例：

- LED；
- LCD；
- 按钮；
- 模拟电压 I/O；
- 矩阵式键盘；
- 存储器映像的设备；
- 串行设备；
- 电机、继电器和伺服系统；
- 严格定时的应用。

本书讨论的软件只是用汇编语言编写的，但足以展示 8051 处理器体系结构的众多特性以及可在读者自主开发应用程序时使用的技巧。本书还简单介绍了高级语言，并给出了一

个 RTOS 和监控程序（调试程序）的示例。

对于许多微控制器来说，编程器的成本都很低，甚至在组成最终的应用电路中时完全不需要单独的电路。带 SRAM 和 EEPROM 的微控制器的出现同样简化了这种需求，在微控制器不离开应用电路的情况下能够对其控制存储器进行编程。8051 不是适合上述条件的器件。本书将论述如何对 8051 编程（包括编程器电路和软件驱动程序）并讲解如何编写该器件所使用的算法（和一旦将该器件用于产品并实际销售时，如何保护其代码）。

Internet 为使用电子器件的每一个人在提供的各种支持越来越丰富。制造商的 Web 站点有数据手册能够下载，还有用户支持的 FAQ（常见问题和解答）以及邮件列表服务器，将发送至某一中心地址的邮件分发给许多人。Internet 还提供与制造商和分销商的联系方法，能够快速和简便地订货并得到问题的解决方案。通过 Internet，无论人们每年购买一块芯片还是一百万块芯片，都能得到相同的客户支持服务。

Intel 8051

尽管您可能知道 Intel 有非常完整的产品生产线，但一提到 Intel 就会自然而然地想到其制造的 PC 微处理器并不是微控制器。尽管如此，Intel 8051 微控制器的处理器体系结构仍然是目前市场上最受欢迎的微控制器体系结构之一。

8051 不寻常是因为目前根据该处理器体系结构的许可而生产产品的制造商为数众多。至本书撰写之日止，有超过 20 家公司在生产符合 8051 体系结构的产品，比较而言，大多数其他的微控制器结构的拥护者只有 1 到 2 家制造商。

如此众多的制造商意味着 8051 的特点和配置的数目惊人。由于有成千上万种器件编号，且每一种又具有不同的功能和套装可以选择，因此使用 8051 的单芯片应用首先要从查看器件目录开始。尽管最初的（即基本的）8051 特性不多，但现在 8051 芯片的型号越来越多，几乎能简化所有的应用。

8051 处理器体系结构异常灵活，除具有许多高效率位处理特性外（这是微控制器所必须的），还经过精心设计，能够利用高级语言和较大的数据空间（8051 最多能够连接 64KB 的控制存储器和 64KB 的 RAM）。本书的实验和应用示例将说明 8051 处理器体系结构能够实现的功能。

8051 与其他器件接口的方法也与众不同。本书将详细介绍多种接口，它们可以使用并行数字 I/O 引脚或增强的功能。本书重点讲述“标准 I/O”，但通过研究目录和数据手册，应该能够找到满足您们需求的 8051 派生器件。

其他信息和资源

尽管本书介绍的是 8051 微控制器，但并不包含电气工程和计算机科学基础的知识。本书假设读者已经有电子学和汇编（包括二进制编码体系）和高级语言编程技术方面的经验。如果没有对计算机处理器工作方式或数字以及模拟电子学的基本理解，可能难以理解本书内容。

本书附带一张光盘，包含本书所述的各种微控制器的应用代码以及介绍各种器件系列

4 前言

的 PDF 数据手册。

不要认为光盘内容是本书所讨论的各种产品最新的资源。芯片制造商的工作效率惊人，每周发布新产品和勘误手册。在使用微控制器（或者任何其他型号的器件）开发任何应用时，应该总是保证自己正在使用的信息是最新信息。

本书所使用的规范

kHz = 1000T/S

K = 1000 欧姆

MHz = 100 万 T/S

μF : 微法

ms : 毫秒

μs : 微秒

0x0nn、\$nn、0nnh 和 H' nn' : 十六进制数

0b0nnn、%nnn、0nnnb 和 B' nnn' : 二进制数

nnn 和 0nnd : 十进制数

AND 和 & : 按位逻辑“与”运算

OR 和 | : 按位逻辑“或”运算

XOR 和 ^ : 按位逻辑“异或”运算

_Label: 低有效引脚。在某些制造商的数据手册是用前面加“!”字符或在整个标记上画一条横线来表示的。

目 录

第 1 章 微控制器	1
1.1 不同类型的微控制器	2
1.1.1 嵌入式微控制器	2
1.1.2 外存储微控制器	3
1.2 处理器的体系结构	4
1.2.1 哈佛与普林斯顿	4
1.2.2 CISC 与 RISC	7
1.3 微控制器的存储器类型	8
1.3.1 控制存储器	8
1.3.2 变量区	13
1.3.3 程序计数器堆栈	15
1.3.4 硬件接口寄存器 (I/O 空间)	17
1.4 微控制器的特性	18
1.4.1 时钟	18
1.4.2 I/O 引脚	20
1.4.3 中断	22
1.4.4 定时器	25
1.4.5 外围设备	28
1.5 8051	29
1.6 8051 供应商	29
第 2 章 8051 处理器的体系结构	31
2.1 CPU	31
2.2 8051 的寻址方式	37
2.3 外部寻址 (External Addressing)	39
2.4 中断	42
2.5 8051 指令的执行	43

2 目录

第3章 8051 的指令集	45
3.1 数据传送指令	45
3.2 算术运算指令	54
3.3 位操作符	61
3.4 执行变化操作符	75
第4章 8051 的硬件特性	83
4.1 器件的封装	85
4.2 芯片技术	89
4.3 电源因素	91
4.4 重置	92
4.5 系统时钟/振荡器	93
4.6 并行输入/输出	94
4.7 电平转换	95
4.8 定时器	96
4.9 中断	100
4.10 串行 I/O	102
4.11 RS-232 的电平转换	104
4.12 控制存储器	106
4.13 外部存储器器件	107
4.14 订货信息	109
第5章 增强型 8051 的特性	111
5.1 8051 体系结构的增强	112
5.1.1 Intel MCS-151/251	112
5.1.2 Dallas 半导体公司的高速微控制器	113
5.2 控制存储器和外存储器	113
5.2.1 调整 Dallas 半导体公司的 HSM 控制存储器大小	113
5.2.2 为带外部 RAM 的 Dallas 半导体公司的 HSM 微控制器增加等待状态	114
5.3 高速暂存 RAM 的增强	115
5.4 定时器	116
5.4.1 Dallas 半导体公司的 HSM 扩展	116
5.4.2 定时器 2	117
5.4.3 Dallas 半导体公司的 HSM 的看门狗定时器	119
5.5 串行 I/O	121
5.5.1 Dallas 半导体公司的 HSM 的第 2 种串口	121
5.5.2 Microwire	121
5.5.3 SPI	122
5.5.4 I2C	123

5.5.5 CAN	127
5.6 模拟 I/O	129
5.7 Atmel AT80Cx051 的电压比较器	135
第 6 章 应用系统设计	137
6.1 电源输入	137
6.2 重置	139
6.3 系统振荡器/时钟	139
6.4 I/O 引脚接口	140
6.5 中断	141
6.6 外部 RAM 和 ROM	144
第 7 章 8051 的编程	146
7.1 8051 的编程	146
7.2 Dallas 半导体公司的 DS87000 编程器	148
7.3 Atmel AT89Cx051 的编程	149
7.4 PROG35: AT89Cx051 编程器的电路	151
7.5 Dallas 半导体公司的加密数据微控制器的编程	155
第 8 章 软件	157
8.1 开发工具与环境	157
8.2 汇编语言	161
8.3 8051 汇编语言的编程风格	162
8.4 解释程序	171
8.5 高级语言	172
8.6 Intel 十六进制格式的目标文件	173
8.7 8051 调试指南	175
第 9 章 8051 实验	180
9.1 所需工具和器件	181
9.2 PROG1: 安装 UMPS 并汇编程序	184
9.3 PROG2: 算术运算	191
9.4 PROG3: 工作寄存器直接寻址	196
9.5 PROG4: 工作寄存器间接寻址	199
9.6 PROG6: 直接寻址 RAM	201
9.7 PROG7: 位寻址	204
9.8 PROG8: DPTR 指针寄存器和扩展 RAM	206
9.9 PROG5: 转移和控制存储器页面	209
9.10 PROG9: 条件转移	214
9.11 PROG10: 循环控制	216

4 目录

9.12	PROG11: 堆栈操作	217
9.13	PROG12: 堆栈的算术运算	219
9.14	PROG13: 子程序	222
9.15	PROG14: 寄存器参数传递方法	223
9.16	PROG15: 堆栈参数传递方法	226
9.17	PROG16: 实现变量数组	229
9.18	PROG17: 控制存储器表	233
9.19	PROG18: 状态机	235
9.20	PROG1: 在硬件环境中运行程序	239
9.21	PROG19: 查询按钮	241
9.22	PROG45: 无意中修改某 I/O 位	243
9.23	PROG20: 按钮消抖方法	245
9.24	PROG21: 圣诞节的灯光	248
9.25	PROG34: 振荡器	251
9.26	PROG34: 去耦电容与电源	252
9.27	PROG22: 重置	254
9.28	PROG23: 上电时 RAM 中的内容	255
9.29	PROG24: 保护上下文的定时器中断	259
9.30	PROG25: 不保护上下文的定时器中断	261
9.31	PROG26: 使用中断和定时器的按钮消抖方法	262
9.32	PROG27: 存储器映像的 I/O	267
9.33	PROG28: 外存储器	270
9.34	结束语	275
第 10 章	仿真器	276
10.1	仿真器类型	276
10.2	监控程序	279
10.3	PROG29: 使用 DS87C520 的 AT89Cx051 监控程序/仿真器	282
第 11 章	实时操作系统	292
11.1	RTOS 基础	292
11.2	PROG30: 8051 RTOS 举例	296
11.3	PROG30: RTOSLITE	297
11.4	PROG31: FULLRTOS	306
11.5	使用 FULLRTOS 的 LCD 数字时钟/温度计	311
第 12 章	应用示例	321
12.1	Marya 的音乐盒	322
12.2	PROG36: 51Bot——转动轮子	330
12.3	PROG37: 51Bot——带红外 TV 遥控的远程操作控制	337

12.4	PROG41: 51Bot——RS-232 接口	342
12.5	PROG42: 51Bot——PWM 电机控制	346
12.6	51Bot: 嵌入式插件板	357
12.7	PROG33: 飞机控制范例	359
12.8	PROG39: 用于机器人的光传感器	372
12.9	PROG38: 超声波距离测量方法	374
12.10	PROG49: NTSC 合成视频信号的输出	379
12.11	PROG47: Electronic RS-232“连接盒”	385
附录 A 术语表		397
附录 B 16 位运算		407
B.1	声明 16 位变量	407
B.2	加 1 和减 1	408
B.3	加、减和位运算	410
B.4	乘法运算	411
B.5	除法运算	413
附录 C 实用的子程序		418
C.1	延时程序	418
C.2	表操作	421
C.3	LCD 接口	423
C.4	I2C 总线接口	430
C.5	“位脉冲 (big banging)” 异步串行接口	432
C.6	十六进制数与 ASCII 码的转换	437
C.7	排序	439
C.8	加载“加密数组”	446
C.9	环形缓冲区	446
附录 D UMPS		449
附录 E SimmStick		452
附录 F 关于配书光盘		457

内容提要

不同类型的微控制器	微控制器的特性
嵌入式微控制器	时钟
外存储微控制器	I/O 引脚
处理器体系结构	中断
哈佛与普林斯顿	定时器
CISC 与 RISC	外围设备
微控制器的存储器类型	8051
控制存储器	8051 供货商
变量区	
程序计数器堆栈	
硬件接口寄存器 (I/O 空间)	

在对微控制器进行分类时，我倾向于在最基本层面上进行。我不是通过观察处理器的特殊 I/O 特性，而是通过深入研究处理器的体系结构来达到目的。当知识水平达到这一水平后，一看到要完成的任务，就立即能想到与该任务有关的知识及完成该任务的最佳方法。要想达到这一水平，就必须深入掌握和理解某一器件的方方面面。

在介绍 8051 之前,应该首先了解微控制器的几方面内容。现在,您可能认为需要使用的仅仅是高级语言——如 C (一种可广泛应用于多种器件的语言) 语言——编写自己的应用程序,并不需要了解要为其写程序的器件的复杂结构。但我认为,为了高效地设计某一器件的应用程序,即使是在与硬件分离的高层次上进行,也必须了解器件的所有特征和功能。

1.1 不同类型的微控制器

为微控制器设计应用程序与计算和电子学领域的其他开发工作完全不同。在大多数其他应用中，可能有许多现成的子系统和接口可以使用。但使用微控制器不是这样。使用微控制器时，您要完成的任务包括：

- 电源分配；
- 系统时钟设置；
- 接口设计和布线；
- 系统编程；
- 应用编程；
- 器件编程。

这些任务看起来似乎简单明了，但在现代计算系统开发中，完成所有这些工作实际上相当困难。在电子学任何领域中都只能找到同时可满足这些需求的工具。就像早期使应用程序运行的计算一样，需要从零开始。

我个人认为这一点非常令人激动，因为它意味着用户有为某种需求开发“最好的”应用程序的自由。而学习使用那些器件的内置特性简化与其他器件的直接连接任务而更有趣（如果这样说合适的话）。通常，使用微控制器和少数几个无源器件就可以设计出有用的应用。

查看制造商的目录时，可能会发现制造芯片的厂家都生产微控制器。这些器件应有尽有，功能从非常简单到想像不到的复杂（可以与您的 PC 中的奔腾处理器相比拟）。这些器件可能是完全自包含的，也可能需要大量的支持芯片才能正确地执行。如果想选择一个能满足需求的合适器件，则必须了解其差异。

在为某应用选择具体的器件之前，重要的是要了解这些器件分别有哪些不同的选项和特性，对于开发应用它们意味着什么。这里将介绍微控制器的基本特性和 8051 实现这些特性的方法，以及为什么说 8051 是最适合用于大量不同任务的器件。

1.1.1 嵌入式微控制器

初识 8051 的内置特性时，您可能将它看作一个完全自包含的器件，芯片内集成了所有必需的硬件（参见图 1-1）。

当运行应用程序所需的所有硬件都在该芯片上提供时，则称之为**嵌入式微控制器**。通常，器件工作所需要的所有设备是电源、重置电路和一个时钟。另外要提供数字 I/O 引脚，以便其能与外部的其他器件接口。

对于某些应用，在一块芯片上集成所有的硬件非常有用。例如，如果想等待按下某个键之后，再等待 1s，再点亮一个 LED，则可以使用如图 1-2 所示的电路。

DS87C520 是 8051 的派生设备，它有 32 个 I/O 引脚，其中一些还可以用作串行 I/O 和该器件的中断输入。

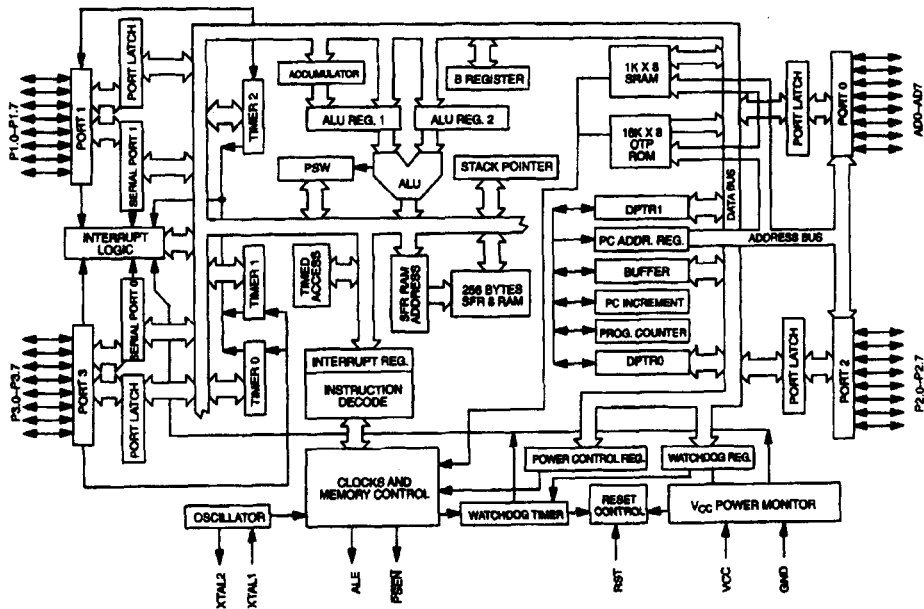


图 1-1 DS87C520 的框图

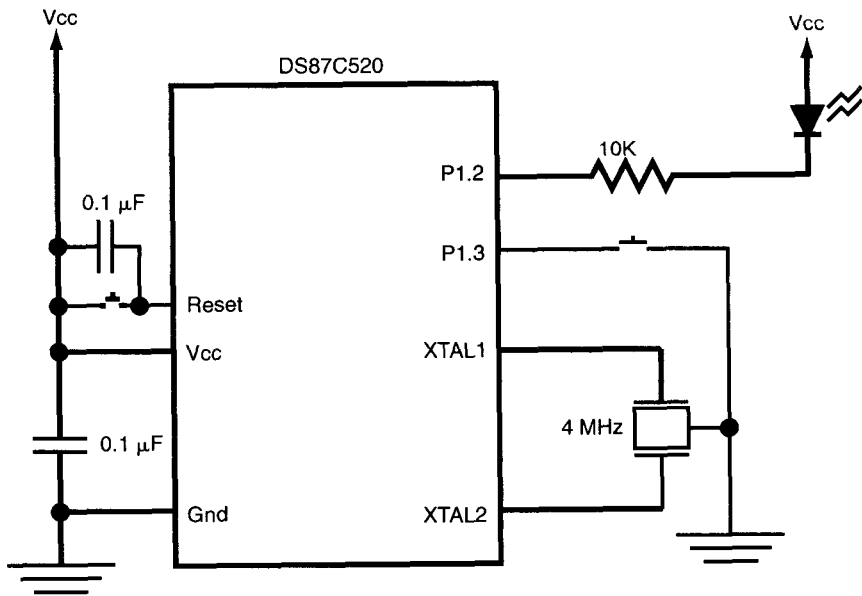


图 1-2 8051 电路示例

现在，嵌入式微控制器可以取代某些通用的器件，例如 555 定时器，因为在应用中使用嵌入式微控制器实际上更便宜、更精确，并且更容易控制。

1.1.2 外存储微控制器

有时，对于某一应用程序存储器（称为控制存储器）可能不够用，或者在调试时，独