



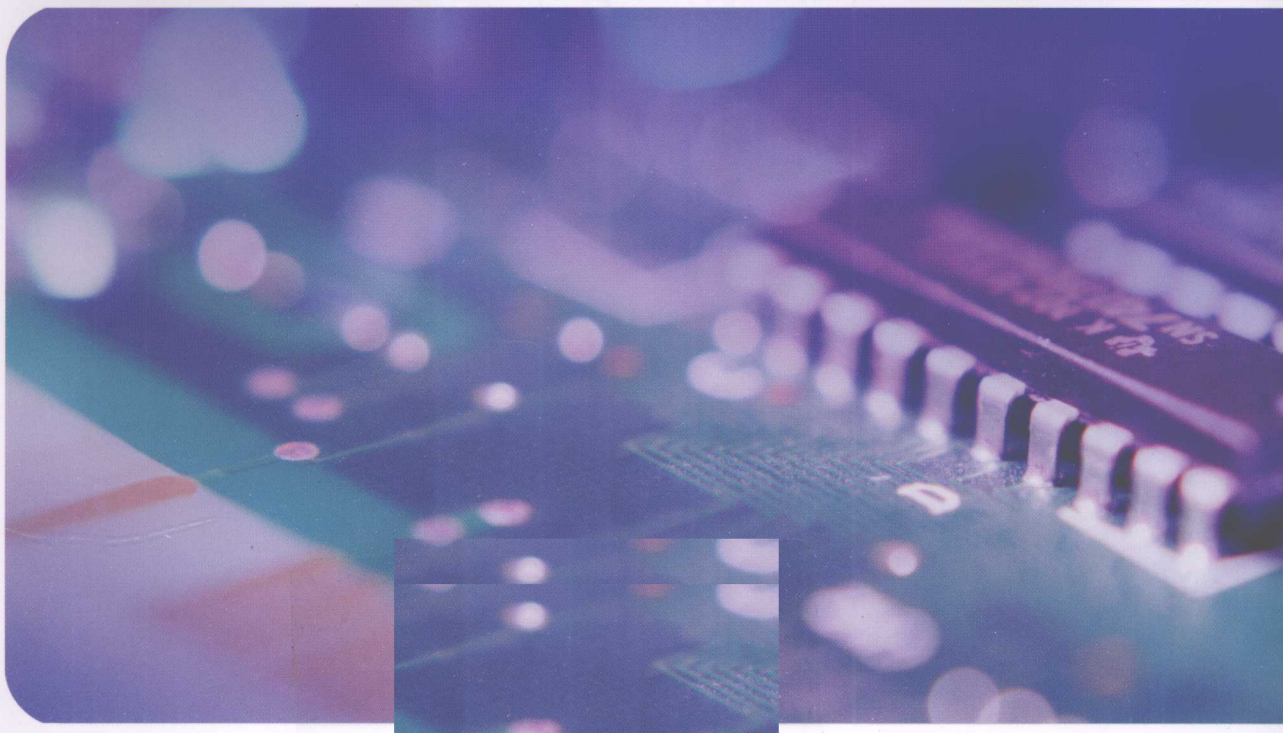
NEW
WCDP

凝聚单片机应用教学专家多年经验和心血，
讲解更透彻，效果更突出！



本书光盘包括：

课件及实例源代码
8×51 开发工具



例说51单片机 (C语言版) (第3版)

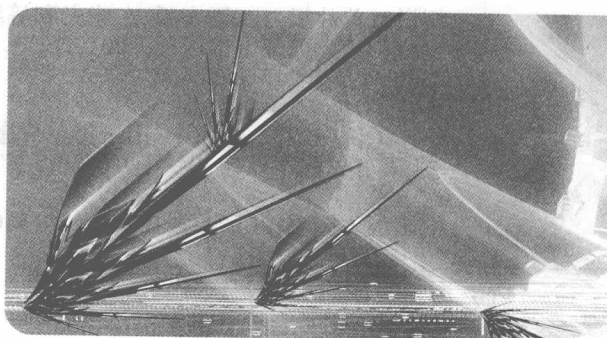
畅销不衰的单片机经典入门教程，基本开发环境、8×51结构与应用、系统应用等根据需要安排于各章节，适于教学编排。

每个单元都有大量的范例与练习。电路与电路之间，程序与程序之间，都保持着关联性，让读者轻松入门。

张义和 王敏男 编著
许宏昌 余春长
谢亮 谢晖 改编

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

张义和 (9112) 王敏男 (9112)



例说51单片机

(C语言版)
(第3版)

张义和 王敏男 编著
许宏昌 余春长
谢亮 谢晖 改编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

例说51单片机：C语言版 / 张义和等编著. — 3版
— 北京：人民邮电出版社，2010.6
ISBN 978-7-115-22368-5

I. ①例… II. ①张… III. ①单片微型计算机—程序设计②C语言—程序设计 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第030022号

版 权 声 明

本书中文简体字版由新文京开发出版股份有限公司独家授权人民邮电出版社出版，仅限中国大陆地区出版发行。

内 容 提 要

本书分为基本开发环境、8x51 结构与应用、外围系统应用三部分。前两章为基本开发环境的介绍，其中包括 8x51 基本知识、开发系统 (μ Vision3) 与程序设计语言 (Keil C)。第 3 章到第 8 章为 8x51 结构与应用，包括输入/输出端口、中断、定时器/计数器、串行口等，并分别以实例引出。第 9 章到第 14 章则是外围系统应用，包括音乐程序的开发、步进电机的控制、AD/DAC 接口芯片的应用、LED 点阵的驱动、LCD 模块的应用、习题解答等。

本书整体结构采用循序渐进的方式，对于每个单元的展开，也是循序渐进的。电路与电路之间，或程序与程序之间，都保持着关联性。在前一个电路（或程序）的基础之上，只做一些微小的改变，就可开发出另一个电路（或程序），让读者轻松入门。在每个实例演练之后，给出“思考一下”的单元，读者能即学即用，动脑思考，让所学知识得以进一步巩固。

本书可作为大中专院校的单片机教材，也可以作为广大科技人员和爱好者的单片机技术参考书。

例说 51 单片机 (C 语言版) (第 3 版)

◆ 编 著 张义和 王敏男 许宏昌 余春长
改 编 谢 亮 谢 晖
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>
中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本：787×1092 1/16
印张：27

字数：680 千字

印数：1—5 000 册

2010 年 6 月第 1 版

2010 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2010-0679 号

ISBN 978-7-115-22368-5

定价：49.80 元（附光盘）

读者服务热线：(010)67132705 印装质量热线：(010)67129223

反盗版热线：(010)67171154



第3版序

例说 满是感谢

首先感谢许多老师的爱戴，以及出版社的支持与包容，使得本书快速再版，而这个版次非常不同，绝对会让大家耳目一新！本书在编写之初，就抱着严谨的态度，要让这本书成为这类书籍的标杆。事实证明，我们仅做到了部分，仍有很大的改善空间。所以，这一年来，我们以此书为教材，在不同场合，针对高职学生及在职人员分别开设了多个班次，几乎每个班次都从第一章上到最后一章。而每个班次都有许多建议、调整与勘误，使得第三版能极尽完美。

例说 循序渐进的坚持

本书大概可分为基本开发环境、8x51 结构与应用、外围系统应用 3 部分，简述如下。

- 前两章属于基本开发环境的介绍，其中包括 8x51 基本知识、开发系统（ μ Vision 3）与程序语言（Keil C）。
- 第 3 章到第 8 章为 8x51 结构与应用，包括输入/输出端口、中断、定时器/计数器、串行口、看门狗定时器、节电方式等，并分别以实例导引。在此着重于讲述 8x51 本身的控制，让大家更深刻地了解这种单片机微控制器。
- 第 9 章到第 13 章则是外围系统应用，包括音乐程序的开发、步进电机的控制、AD/DA 接口芯片的应用、LED 点阵的驱动、LCD 模块的驱动等。在此着重于 8x51 与其他外围设备的连接，当然，也针对常用外围设备详细介绍，并探讨了其应用方法。

本书整体结构采用循序渐进的方式，对于每个单元的展开，也是循序渐进的，电路与电路之间，或程序与程序之间，都保持着关联性，在前一个电路（或程序）的基础上，仅做些微小的改变，就可开发出另一个电路（或程序），让读者没有压力。关于这一点，的确让我们费尽心思。在每个实例演练之后，进一步给出“思考一下”的单元，让大家能即学即用，动脑思考，让所学知识更加扎实。

例说 “完全支持”的单片机教材

“精美的图、精致的编排”一直是“例说”系列的特色，从第 2 版起，我们再推出“完全支持”的特色。何谓“完全支持”？简单讲，就是所有实例演练，不管是软件还是硬件，都是可以正确地做出来的。本书拥有下列支持。

► 基本开发工具

在随书光盘里, 提供 Keil C 试用版, 足以应付本书中所有程序的开发之用。而在新版的 89S51 在线刻录实验板里, 除了提供 89S51/52 的刻录功能外, 也提供 LED、蜂鸣器及拨码开关 (新增项目), 很多实验都可在这块实验板上实现。若有不足, 也可由实验板上的连接器接到外部电路。

► 额外电路的实现

对于无法在 89S51 在线刻录实验板里实现的电路, 除了可连接到市售外围实验板外, 本书都一一做出了电路板, 并验证程序在该电路板上成功实现。而本书的实验很多, 若教师需要进一步教学支持, 可联系我们。

► 多元的教学辅助

对于与硬件相关的教材而言, 教学幻灯片与相关数据说明都是不可或缺的。本书在这方面也着墨甚深, 结合动态示范, 与实际电路板接线, 使得教学更加轻松愉快。

例说 再次感谢

本书第 3 版所要感谢的人很多, 而最期待的是专家学者们的不吝指正, 让本书更臻于完美。

张义和 敬上

yiher.chang@msa.hinet.net

光盘使用说明

在随书的光盘里包括 5 个文件夹，简要说明如下。

- **PPT 教学课件：**本文件夹内包含全书的 PowerPoint 教学幻灯片文档，每个文档即一章，教师指定所要使用的章节，通过教学广播系统或投影机进行教学；若没有教学广播系统，则可作为幻灯片，用以辅助教学。
- **练习程序：**本文件夹内包含各章实时练习的参考程序。
- **新华电脑：**本文件夹内包含新华电脑公司所提供的 WINICE-51/52E 驱动程序，以及相关使用说明文件。
- **长高科技：**本文件夹内包含长高科技公司所提供的 PICE-52 驱动程序，以及相关使用说明文件。
- **驱动程序与参考数据：**本文件夹内包含 89S51 在线刻录实验板的驱动程序 s51_pgm、 μ Vision3 试用版，以及本书相关元件的数据说明。

目 录

第1章 轻松看 MCS-51 1	
1-1 微型计算机与单片机..... 2	
1-2 8051 基础知识..... 2	
1-2-1 8x51的结构..... 2	
1-2-2 89C51/89S51的封装与 引脚..... 3	
1-2-3 89S51的基本电路..... 6	
1-2-4 MCS-51系列..... 8	
1-2-5 关于Atmel的51系列..... 10	
1-3 认识 MCS-51 的存储器结构..... 11	
1-3-1 程序存储器..... 11	
1-3-2 数据存储器..... 12	
1-3-3 特殊功能寄存器..... 14	
1-4 MCS-51 的时序分析与复位..... 18	
1-4-1 时序分析..... 18	
1-4-2 复位..... 19	
1-5 MCS-51 的开发流程与工具..... 20	
1-5-1 传统开发工具..... 21	
1-5-2 Altium Designer 电路设计 软件..... 22	
1-5-3 Keil μ Vision3 集成开发 环境..... 23	
1-5-4 89S51 的在线刻录功能..... 23	
1-6 实例演练..... 24	
1-7 实时练习..... 31	
第2章 认识 μVision3 与 Keil C 33	
2-1 μ Vision3 环境简介..... 34	
2-1-1 认识 μ Vision3 环境..... 34	
2-1-2 项目管理与选项..... 37	
2-1-3 认识调试/仿真环境..... 39	
2-1-4 外围操作..... 40	
2-2 Keil C 语言的基本结构..... 43	
2-3 变量、常数与数据类型..... 47	
2-3-1 数据类型..... 47	
2-3-2 变量名称与保留字..... 49	
2-3-3 变量的作用范围..... 50	
2-4 存储器的形式与模式..... 50	
2-4-1 存储器的形式..... 51	
2-4-2 存储器的模式..... 52	
2-5 Keil C 的运算符..... 53	
2-6 Keil C 的流程控制..... 57	
2-6-1 循环指令..... 57	
2-6-2 选择指令..... 60	
2-6-3 跳转指令..... 62	
2-7 数组与指针..... 63	
2-7-1 数组..... 63	
2-7-2 指针..... 64	
2-8 函数与中断子程序..... 64	
2-8-1 函数..... 65	
2-8-2 中断子程序..... 65	
2-9 Keil C 的预处理命令..... 66	
2-10 实时练习..... 67	
第3章 输出端口的应用 69	
3-1 认识 MCS-51 的输入/输出端口..... 70	
3-2 输出电路设计..... 72	
3-2-1 驱动 LED..... 72	
3-2-2 驱动蜂鸣器..... 73	
3-2-3 驱动继电器..... 74	
3-2-4 驱动固态继电器..... 75	
3-2-5 驱动七段 LED 数码管..... 76	
3-3 实例演练..... 78	
3-3-1 驱动蜂鸣器实验..... 78	
3-3-2 驱动继电器实验..... 81	
3-3-3 霹雳灯实例演练..... 83	
3-3-4 驱动七段 LED 数码管 实验..... 85	
3-4 实时练习..... 87	
第4章 输入口的应用 89	
4-1 认识 MCS-51 的输入口..... 90	

4-2	输入设备与输入电路设计	90	5-5	实时练习	154
4-2-1	输入设备	90	第 6 章	中断的应用	156
4-2-2	输入电路设计	93	6-1	认识 MCS-51 的中断	157
4-2-3	抖动与去抖动	95	6-1-1	MCS-51 的中断	157
4-3	实例演练	97	6-1-2	中断使能寄存器 IE	158
4-3-1	拨码开关控制	97	6-1-3	中断优先级寄存器 IP	159
4-3-2	按钮开关控制	99	6-1-4	定时器/计数器控制 寄存器 TCON	160
4-3-3	按钮切换式控制	100	6-1-5	中断向量	160
4-3-4	按钮开关应用	102	6-1-6	中断的应用	160
4-3-5	BCD 拨码开关	104	6-2	中断子程序的仿真	161
4-3-6	多个按钮开关	106	6-3	实例演练	162
4-3-7	按钮开关放开后动作	111	6-3-1	外部中断 INT0	162
4-4	实时练习	113	6-3-2	外部中断 INT1	164
第 5 章	输入/输出端口的高级应用	115	6-3-3	两个外部中断	167
5-1	键盘扫描	116	6-3-4	键盘中断	170
5-1-1	键盘扫描原理	118	6-4	实时练习	172
5-1-2	4×4 键盘程序分析	120	第 7 章	定时器/计数器的应用	174
5-1-3	认识 MM74C922/ MM74C923	122	7-1	8x51 的定时器/计数器	175
5-2	七段 LED 数码显示管扫描	124	7-1-1	MCS-51 的定时器/ 计数器	175
5-2-1	认识七段 LED 数码管 模块	125	7-1-2	定时器/计数器方式 寄存器 TMOD	175
5-2-2	认识 7447/7448	128	7-1-3	定时器/计数器控制 寄存器 TCON	178
5-2-3	认识 74138/74139	131	7-1-4	计数寄存器	178
5-3	静态显示与动态显示	132	7-1-5	定时器/计数器的应用	180
5-3-1	使用 BCD 译码器	133	7-2	8x52 的 Timer2	181
5-3-2	直接驱动	135	7-2-1	T2CON 寄存器	181
5-3-3	使用扫描译码器	136	7-2-2	捕获方式	182
5-3-4	闪烁	137	7-2-3	自动加载方式	183
5-3-5	交替显示	138	7-2-4	波特率发生方式	183
5-3-6	飞入	139	7-3	8x51 的节电方式	184
5-3-7	跑马灯	141	7-3-1	待机方式	185
5-4	实例演练	142	7-3-2	掉电方式	185
5-4-1	4 位数七段 LED 数码管	142	7-3-3	电源控制寄存器 PCON	186
5-4-2	直接驱动七段 LED 数码管	145	7-4	认识看门狗定时器	186
5-4-3	跑马灯	148	7-5	实例演练	188
5-4-4	4×4 键盘与七段 LED 数码管	150	7-5-1	闪烁灯——查询方式	188
5-4-5	MM74C922	153			



7-5-2 闪烁灯——中断方式	190
7-5-3 60秒定时器	191
7-5-4 秒表	194
7-5-5 频率发生器	197
7-5-6 频率计	200
7-5-7 看门狗定时器	204
7-6 实时练习	206
第8章 串行口的应用	208
8-1 数据通信概念	209
8-2 认识8x51的串行口	210
8-3 认识相关寄存器	211
8-4 波特率设置	213
8-5 特殊功能与多处理器数据 传输	215
8-5-1 帧错误检测	215
8-5-2 自动地址识别	216
8-5-3 多处理器通信	217
8-6 认识MAX232	218
8-7 认识74164/74165	220
8-8 实例演练	221
8-8-1 移位式数据串入	221
8-8-2 移位式数据串出	223
8-8-3 Mode 1实验	225
8-8-4 Mode 2实验	229
8-8-5 Mode 3实验	231
8-8-6 点对点互传	232
8-8-7 多处理器通信	234
8-9 实时练习	237
第9章 声音的产生	239
9-1 发声电路	240
9-2 音调与节拍	241
9-3 音调的产生	243
9-4 节拍的产生	248
9-5 实例演练	254
9-5-1 简易电子琴	255
9-5-2 DoReMi实验	257
9-5-3 生日快乐歌实验	260
9-5-4 快乐点唱机一	262
9-5-5 快乐点唱机二	268
9-6 实时练习	270
第10章 步进电机的控制	272
10-1 认识步进电机	273
10-1-1 步进电机的结构	273
10-1-2 步进电机的动作	274
10-1-3 步进电机的定位	276
10-2 步进电机驱动电路	278
10-2-1 小型步进电机的驱动 电路	278
10-2-2 达林顿晶体管驱动 电路	279
10-2-3 FT5754驱动电路	279
10-3 实例演练	280
10-3-1 用延迟子程序产生 驱动信号	280
10-3-2 用定时器产生驱动 信号	282
10-3-3 1-2相驱动	284
10-3-4 方向控制	286
10-4 实时练习	288
第11章 ADC与DAC的应用	290
11-1 模/数转换原理	291
11-2 认识AD转换IC	294
11-3 数/模转换原理	298
11-4 认识DA转换IC	302
11-5 内含ADC的51系列	305
11-6 认识温度传感器	307
11-7 实例演练	309
11-7-1 电压测量一	309
11-7-2 电压测量二	312
11-7-3 电压测量三	314
11-7-4 温度测量	317
11-7-5 ADC的温控实验	319
11-7-6 DAC实例演练	323
11-8 实时练习	324
第12章 LED点阵的应用	327
12-1 认识LED点阵	328
12-2 LED点阵驱动电路	330



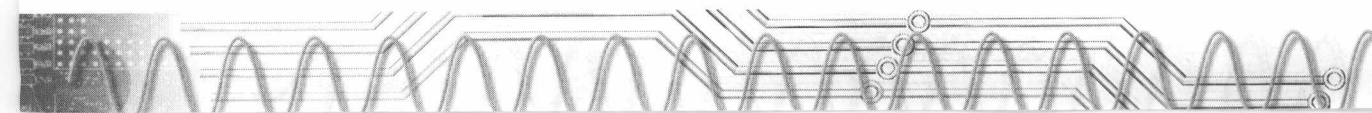
12-3	LED 点阵显示方式	335
12-4	LED 点阵动态显示	336
12-4-1	水平移动	336
12-4-2	垂直移动	342
12-5	实例演练	345
12-5-1	8×8 LED 点阵静态显示	345
12-5-2	8×8 LED 点阵静态多色显示	348
12-5-3	8×8 LED 点阵平移	350
12-5-4	8×8 LED 点阵跑马灯	353
12-5-5	8×8 LED 点阵垂直移动	355
12-5-6	8×8 LED 点阵卷动	358
12-5-7	16×16 LED 点阵显示	360
12-6	实时练习	363

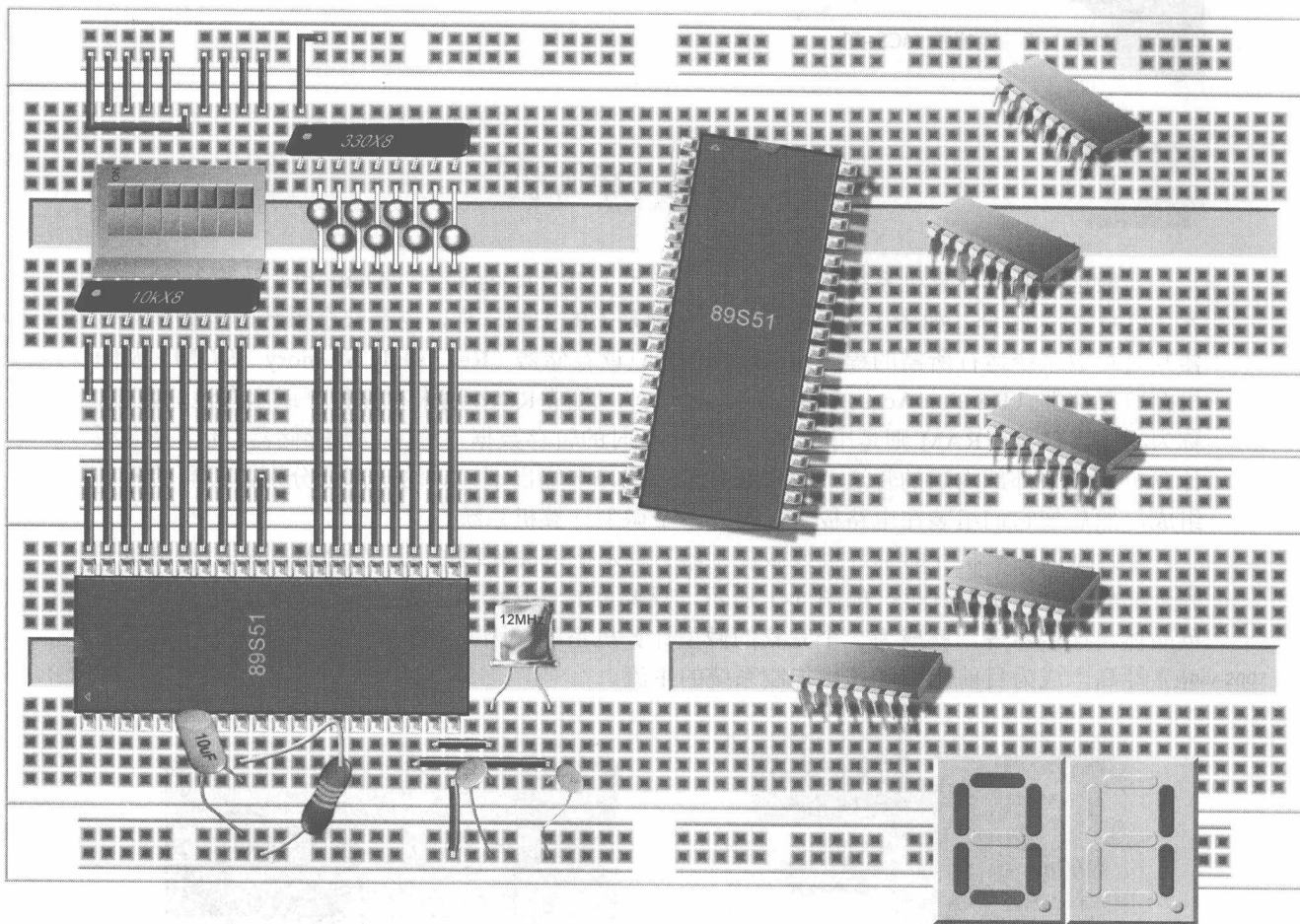
第 13 章 LCD 模块的应用

13-1	认识 LCD 模块	366
13-2	中文 LCD 模块	371
13-3	LCM 控制指令	374
13-4	LCM 的初始化设置与常用函数	377
13-5	LCM 与 8x51 的连接	384
13-6	实例演练	384
13-6-1	LCD 文字显示	385
13-6-2	自定义字符图案	387
13-7	实时练习	394

第 14 章 习题解答

第 14 章	习题解答	396
--------	------	-----





第 1 章 轻松看 MCS-51

本章内容丰富，主要包括以下内容。

■ 8x51

8x51 的基本知识，包括结构、引脚、封装、MCS-51 系列与基本电路等。

8x51 的结构，包括存储器配置、时序分析等。

■ 开发工具

8x51 软硬件的开发流程，包括源程序的编写、编译、连接，以及软硬件仿真等。

■ 程序与实践

高、低 4 位交替闪烁灯的程序设计及其编译、连接与软件仿真。

1-1

微型计算机与单片机

一般地，微型计算机系统包括中央处理单元（CPU）、存储器（Memory）及输入/输出单元（I/O）三大部分，如图 1-1 所示。CPU 就像是人的大脑一样，控制整个系统的运行；存储器则是存放系统运行所需的程序及数据，包括只读存储器（Read Only Memory, ROM）及随机存取存储器（Random Access Memory, RAM），通常 ROM 用来存储程序或永久性的数据，称为程序存储器，RAM 则是用来存储程序执行时的暂存数据，称为数据存储器；I/O 是微型计算机系统与外部沟通的管道，其中包括输入端口与输出端口。这三部分分别由不同的元件组成，然后把它们组装在电路板上，形成一个微型计算机系统。

单片微型计算机（即单片机或微控制器）就是把中央处理单元、存储器、输入/输出单元等全部放置在一个芯片里，如图 1-2 所示，只要再配置几个小元件，如电阻器、电容器、石英晶体、连接器等，就成为完整的微型计算机系统。因此整个系统的体积小、成本低、可靠性高，成为目前微型计算机控制系统的主流。

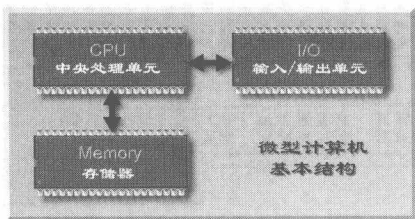


图 1-1 微型计算机基本结构

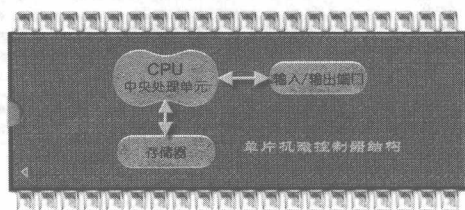


图 1-2 单片机微控制器结构

说明：由于微型计算机系统的主要功能是控制，因此，在单片机微控制器里不太在乎其存储器大小、位数，而强调其输入/输出功能。

1-2

8051 基础知识

“89S51”源自 Intel 公司的 MCS-51 系列，而目前所采用的 8x51 并不仅限于 Intel 公司所生产的，反倒是以其他厂商所发行的兼容芯片为主，如 Atmel 公司的 89C51/89S51 系列，其价格便宜，质量稳定，开发工具齐全，早就被学校或培训机构所接受。

在此先介绍 8x51 的基本知识，包括基本结构、引脚、基本电路及 51 系列等，其中很多数据最好要熟记，本书也会提供许多快速背记的技巧，让读者能在极短的时间里记住 40 个引脚、基本电路等。

1-2-1 8x51 的结构

8x51 单片机发展至今，虽然有许多厂商各自开发了不同的兼容芯片，但其基本结构并没有多大的变动，如下所示为标准的 8x51 结构（如图 1-3 所示）。

程序存储器 ROM: 内部 4KB, 外部最多可扩展至 64KB。

数据存储器 RAM: 内部 128B, 外部最多可扩展至 64KB。

4 组可位寻址的 8 位输入/输出端口, 即 P0、P1、P2 及 P3。

▶ 一个全双工串行口, 即 UART; 两个 16 位定时器/计数器。

▶ 5 个中断源, 即 INT0、INT1、T0、T1、TXD/RXD。

▶ 111 条指令码。

8x51 为 8 位微控制器。8 位指的是微控制器内部数据总线或寄存器一次处理数据的宽度。相对于目前个人计算机 (PC) 所用的 CPU, 早期的 CPU 从 8088/8086 到 80286 都是 16 位的 CPU; 而从 80386 到 Pentium 3 都属于 32 位的 CPU。尽管如此, 目前所采用的单片机微控制器仍是以 8 位为主, 只有在特殊场合才会采用 16 位的单片机, 如 8096 等。

通常存储器的操作是以字节 (B) 为单位的, “可位寻址” 是存取存储器、寄存器或输入/输出端口时, 可指定其中的一位, 例如, 要指定 P0 输入/输出端口中的 bit 1, 则指定为 P0.1 即可, 如图 1-4 所示。

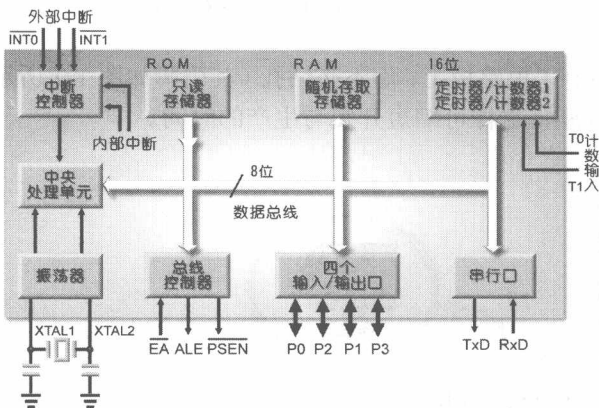


图 1-3 MCS-51 内部基本结构图

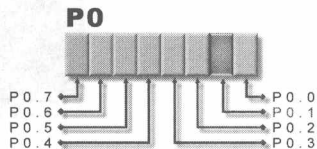


图 1-4 指定 P0 输入/输出端口中的一位

1-2-2 89C51/89S51 的封装与引脚

89C51 的元件封装方式有 3 种, 除了这 3 种外, 89S51 的元件封装方式还多出了一种 PDIP42 元件封装, 说明如下。

● QFP 封装

89C51/89S51 的 PQFP 或 TQFP (Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack) 封装为扁平的 44 个引脚表贴式封装, 这种封装的体积很小, 成本较低, 适合于机器粘贴, 为目前商用的主流; 但在学校或培训机构这是不太适用的。如图 1-5 所示, 在俯视图里, 左上方有记号者为第 1 脚, 然后逆时针排列, 分别为 2~44 脚, 其中包括 3 个空脚, 而相邻两个脚的间距为 0.8mm, 元件厚度 (高度) 为 1.2mm。

● PLCC 封装

PLCC (Plastic J-Leaded Chip Carrier) 封装也是 89C51/89S51 常用的封装方式, 这也是一个 44 个表贴式引脚 (SMT) 的封装, 其中包括 4 个空脚, 而其引脚编号与 QFP 封装非常相似 (兼

容),如图 1-6 所示,在俯视图里,上面中间有个记号为第 1 脚,然后逆时针排列分别为 2~44 脚,相邻两个脚的间距为 0.05 英寸(即 1.270mm),元件高度(含引脚)为 4.572mm。

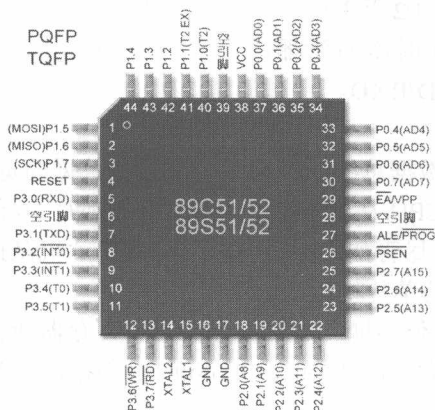


图 1-5 PQFP (TQFP) 封装

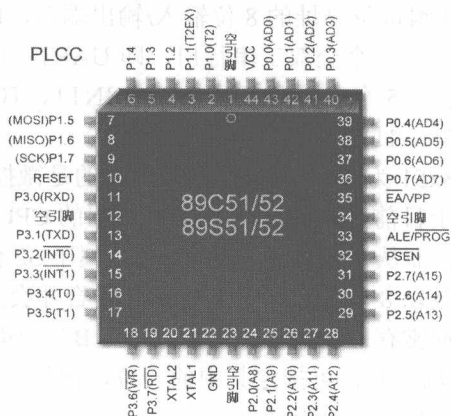


图 1-6 PLCC 封装

一般地,这种表贴式的元件可直接粘着于电路板上,而不必钻孔(其引脚如图 1-7 所示)。在研发、实验或教学时,也可利用芯片管座,这样可缩短开发与生产的时间。

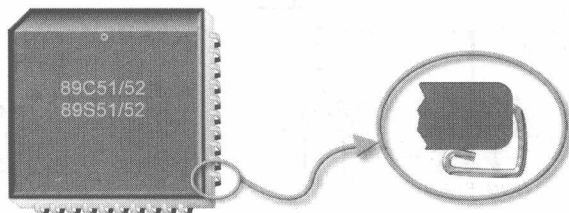


图 1-7 PLCC 引脚

● 直插式封装 PDIP42

89S51 的直插式封装有两种,第一种是 42 个引脚双列直插式的封装(Plastic Dual Inline Package),简称 PDIP42;第二种是 40 个引脚双列直插式封装,与 89C51、MCS-51 兼容,稍后说明。如图 1-8 所示,在双列直插式封装里,俯视图左上方有记号为第 1 脚,然后逆时针排列分别为 2~42 脚。相邻两个脚的间距为 1.588mm,元件长度为 36.96mm,两排引脚的间距为 13.97mm,元件厚度为 4.826mm(不含引脚),与一般的面板板或 IC 芯片管座不符。

● 直插式封装 PDIP40

89C51/89S51 的第二种直插式封装为 40 个引脚双列直插式的 PDIP40,这种封装与 MCS-51 完全兼容。PDIP40 与 PDIP42 除引脚数量不同外,尺寸差异也很大,PDIP40 刚好可插在面包板或 40 引脚的芯片管座上,图 1-9 所示俯视图左上方有个记号为第 1 脚,然后逆时针排列分别为 2~40 脚。相邻两个脚的间距为 0.1 英寸(即 2.540mm),元件长度为 52.578mm,两排引脚之间距为 0.6 英寸(即 15.875mm),元件厚度为 4.826mm(不含引脚),特别适用于学校、培训机构使用。不过,由于直插式封装体积较大,电路板制作成本较高,很少用在商品里。

除了采用 PDIP42 封装, 89S51 与 89C51 完全兼容, 本书将以采用 PDIP40 封装的 89S51 为探讨的对象, 当然, 要学习 8x51, 笔者强烈建议先将其引脚“背”下来, 在此提供了独门的技巧, 让大家轻松记住这 40 个引脚。

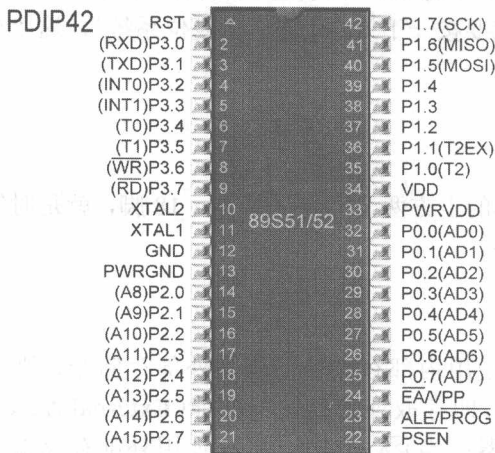


图 1-8 PDIP42 直插式封装

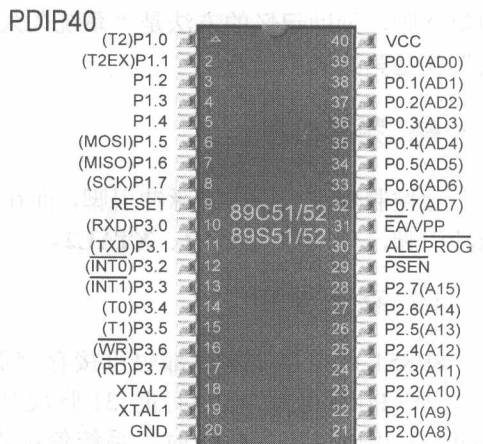


图 1-9 PDIP40 直插式封装

● 电源引脚

几乎所有 IC 都需要接用电源, 而 89S51 的电源引脚与大部分数字 IC 的电源引脚类似, 右上角接 **VCC**, 左下角接 **GND**。所以 89S51 的 40 脚为 **VCC** 引脚, 连接 (5V±10%) 的电源; 20 脚为 **GND** 引脚, 必须接地。

● 输入/输出端口

有了电源之后, 再来看看 89S51 的“主角”——输入/输出端口。VCC 引脚下面是第 39 脚, 为 P0 的开始引脚, 即 39 脚到 32 脚这 8 个引脚为 P0; 与 P0 的相对的是 P1, 也就是第 1 脚到第 8 脚。P1 从第 1 脚开始, 所以 P2 从其斜对角第 21 脚开始, 也就是在右下方, 21 脚到 28 脚是 P2。第 10 脚到第 17 脚就是 P3。39、1、21、10 就是这 4 个 Port 的开始引脚, 我们可通过图 1-10 来辅助记忆这 4 个输入/输出端口。

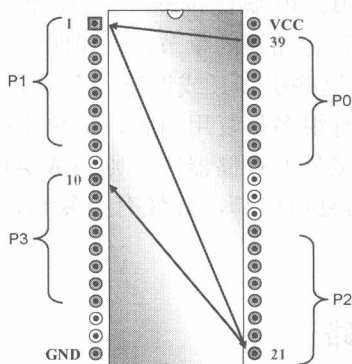
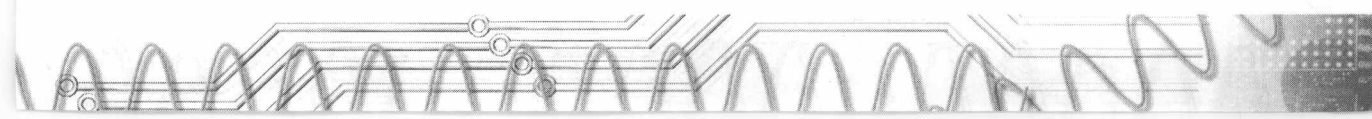


图 1-10 引脚辅助记忆图



● 复位引脚

几乎所有微处理器都需要复位 (Reset) 的动作, 对于 89S51 而言, 只要复位引脚接高电平超过 2 个机器周期 (约 $2\mu\text{s}$), 即可产生复位的动作。而 89S51 的复位引脚在 P1 与 P3 之间, 即第 9 脚, 辅助记忆的方法是“系统久久不动, 就要按一下 Reset 键, 以复位系统”, 这“久久”就是第 9 脚的谐音。

● 频率引脚

微控制器都需要时钟脉冲引脚, 而在接地引脚的上方两个引脚, 即 19、18 脚, 就是时钟脉冲引脚, 分别是 XTAL1、XTAL2。

● 存储器引脚

89S51 内部存储器外部也可接存储器, 至于使用内部存储器, 还是外部存储器, 则需视 31 脚(P0 下面那个脚)而定。31 脚就是 $\overline{\text{EA}}$ 引脚, 即存取外部存储器使能 (External Access Enable) 引脚。当 $\overline{\text{EA}}=1$ 时, 系统使用内部存储器; 当 $\overline{\text{EA}}=0$ 时, 系统使用外部存储器。对于初学者而言, 所写的程序比较简单, 大多只使用内部存储器, 所以就把 31 脚直接接到 VCC。若使用无内部存储器的 8031/8032 (稍后在 1-2-4 节再详细介绍), 则 31 脚接到 GND。

● 外部存储器控制引脚

现在只剩下 $\overline{\text{EA}}$ 引脚下面的那两个引脚, 而这两个引脚与 $\overline{\text{EA}}$ 引脚有点类似, 都是针对存储器的控制, 说明如下。

- 30 脚为地址锁存使能 ALE (Address Latch Enable), 其功能是在存取外部存储器时, 送出一个将原本在 P0 的地址 ($A_0\sim A_7$) 信号锁存到外部锁存器 IC (如 74373), 让 P0 空出来, 以传输数据。简单讲, 当外接存储器电路时, 若 $\text{ALE}=1$, P0 被用作地址总线; 若 $\text{ALE}=0$, P0 被用作数据总线。

- 29 脚为程序存储使能 $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable), 其功能是读取外部存储器。通常此引脚连接到外部存储器 (ROM) 的 $\overline{\text{OE}}$ 引脚, 当 89S51 要读取外部存储器的数据时, 此引脚就会输出一个低电平信号。

相对于前面的 38 个引脚, 29、30 脚比较难以说明, 但是只要不用到外部存储器, 就可当它们不存在, 留待后面关于外部存储器的章节再行说明。

根据上述要诀, 很容易记住这些引脚。或许有人会质疑: “有这么简单吗?” 当然没那么容易! 89S51 的 40 个引脚里有很多是复用引脚, 简单讲就是多用途的引脚, 以 39 脚到 32 脚为例, 平时为 P0; 若是连接外部存储器时, 则当成 $AD_0\sim AD_7$ 引脚, 而 $AD_0\sim AD_7$ 就是地址引脚与数据引脚混合的复用引脚, 好像有点复杂, 但如果不接外部存储器时就当它不存在。

1-2-3 89S51 的基本电路

所谓“基本电路”是指 89S51 电路工作所不可或缺的基本连接线路。在此我们也有熟记



基本电路的方法，基本电路包括以下四部分。

● 先接电源

电路都需要电源，这里首先将 40 脚接 VCC，也就是+5V、20 脚接地。

● 再接时钟脉冲

89S51 内部已具备振荡电路，只要在 GND 引脚上方的两个引脚（即 19、18 脚）连接简单的石英振荡晶体（Crystal）即可。至于 89S51 的时钟脉冲频率，目前 MCS-51 芯片的工作频率已大为提升，例如 Atmel 公司的 89C51 的工作频率为 0~24MHz，而华邦电子（Winbond）更提供了 40MHz 的版本，未来必然还会有更高频率的版本。尽管如此，目前还是采用 12MHz 时钟脉冲。如果不再设计一个振荡电路，则可按图 1-11 所示连接即可。如果要自行设计一个振荡电路，则可按图 1-12 所示连接。

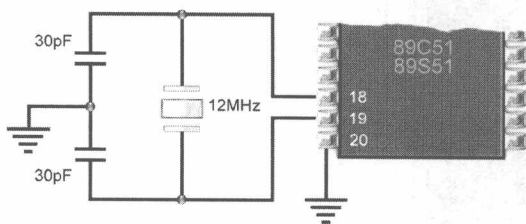


图 1-11 使用内部振荡电路

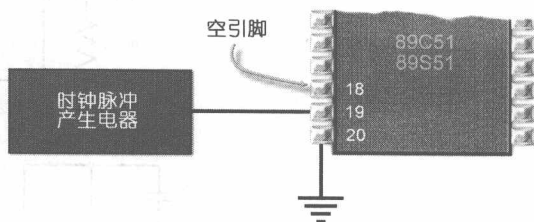


图 1-12 使用外部时钟脉冲产生电路

● 复位电路

89S51 的复位引脚（Reset）是第 9 脚，当此引脚连接高电平超过 2 个机器周期（1 个机器周期包含 12 个时钟脉冲，请参考后面章节），即可产生复位的动作。以 12MHz 的时钟脉冲为例，每个时钟脉冲为 $1/12\mu\text{s}$ ，2 个机器周期为 $2\mu\text{s}$ 。因此，我们可在第 9 脚上连接一个可让该引脚上产生一个 $2\mu\text{s}$ 以上的高电平脉冲，即可产生复位的动作，如图 1-13 所示。

电源接上瞬间，电容器 C 上没有电荷，相当于短路，所以第 9 脚直接连接到 VCC，即 89S51 执行复位动作。随着时间的增加，电容器上的电压逐渐增加，而第 9 脚上的电压逐渐下降，当第 9 脚上的电压降至低电平时，89S51 恢复正常状态，称为“Power On Reset”（自动复位）。在此使用 $10\text{k}\Omega$ 电阻器、 $10\mu\text{F}$ 电容器，其时间常数远大于 $2\mu\text{s}$ ，所以第 9 脚上的电压可保持 $2\mu\text{s}$ 以上的高电平，足以使系统复位。当然，只要时间常数大于 $2\mu\text{s}$ 即可，而不一定要使用 $10\text{k}\Omega$ 电阻器、 $10\mu\text{F}$ 电容器，本书所提供的 89S51 在线刻录实验板就使用 $0.1\mu\text{F}$ 电容器（体积较小，电流也较小）及约 $100\text{k}\Omega$ 电阻器。

通常，我们还会在电容器两端并接一个按钮开关，如图 1-14 所示，此按钮开关就是一个手动的 Reset 开关（强制 Reset）。

● 存储器设置电路

基本电路的最后一个部分是存储器的设置，如果把 31 脚（ $\overline{\text{EA}}$ ）接地，则采用外部存储器；如果把 31 脚（ $\overline{\text{EA}}$ ）接 VCC，则采用内部存储器。在本书里大多采用内部存储器，所以把 31 脚与 40 脚及 VCC 相连接。整个基本电路如图 1-15 所示。