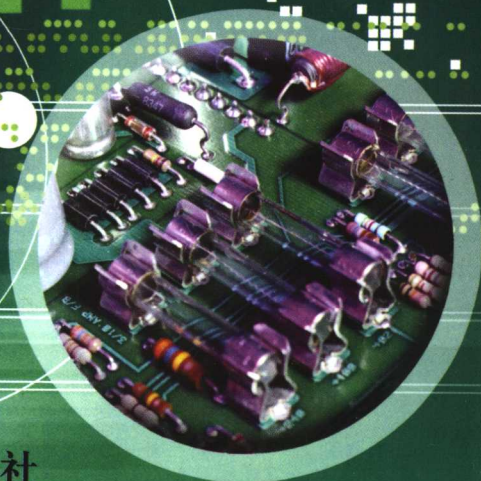
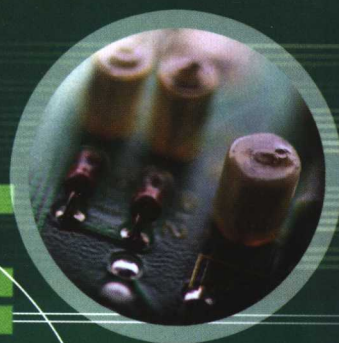
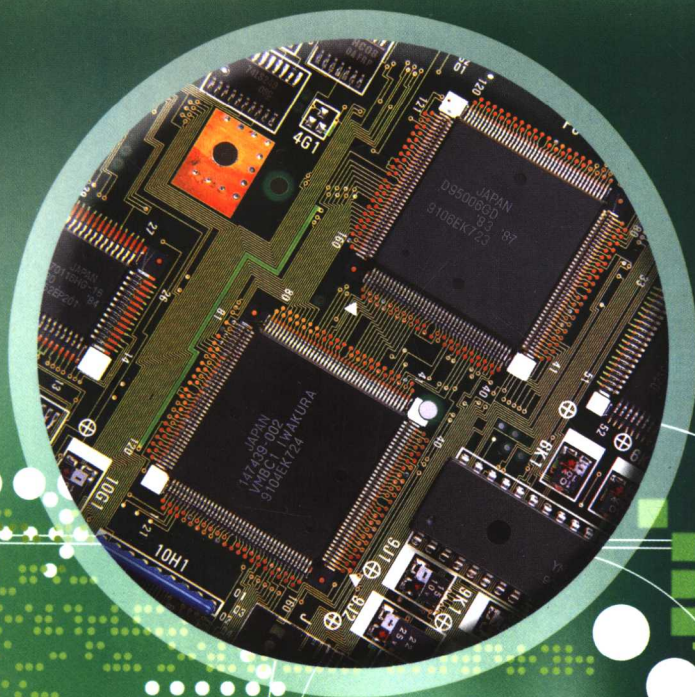




NEW
WCDP

例说8051

张义和 陈敌北 编著
刘 丹 等 改编



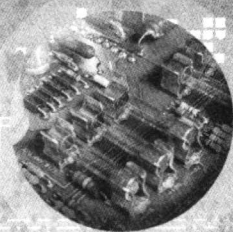
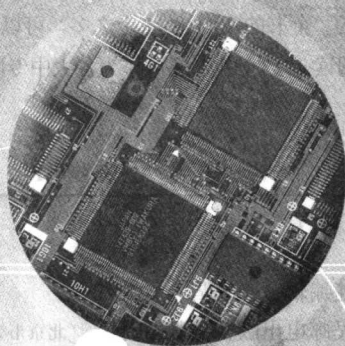
 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

例说8051

因赴越、大國中至里外，則出并跳出申抽另人財財，中國公則再倒進越出支我軍又自倒越，時局又中在來

张义和 陈敌北 编著

刘 丹 等 改编



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

例说 8051 / 张义和, 陈敌北编著; 刘丹等改编.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.1

ISBN 7-115-14260-2

I. 例... II. ①张...②陈...③刘... III. 单片微型计算机, 8051 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157750 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, 仅限于中国大陆地区出版发行。

内 容 提 要

本书通过 40 多个实例向读者介绍了应用最为广泛的单片机 8051 的各种功能。全书共分为 12 章, 分别介绍了输出口及其产生、输入口及其应用、输入/输出口高级应用、中断及其应用、定时器/计数器及其应用、串行口及其应用、声音及其产生、步进马达及其控制、AD/DA 及其应用、LED 阵列及其应用。附录中提供了 8051 的指令速查表。

本书在写法上非常独特。每一章中, 在简单介绍相关知识后, 马上辅以内容详细、针对性强的“实例演练”, 每个实例都有详细的零件介绍、电路图、程序流程图以及程序代码, 在程序中, 每条指令都提供了注解, 让读者能够快速理解程序的内涵, 并能够以最快的方式上手。其后又提出了具有启发性的问题, 可以帮助读者巩固所学知识, 达到举一反三的目的。全书的实例达 45 个之多, 可以帮助读者以最快的速度掌握 8051 的核心功能。

本书适合各类硬件爱好者阅读。另外, 本书还可作为各大中专院校相关专业的计算机硬件方面的教学参考书。

例说 8051

-
- ◆ 编 著 张义和 陈敌北
改 编 刘 丹 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>
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.5
字数: 557 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2005-5416 号

ISBN 7-115-14260-2/TP · 5130

定价: 34.00 元

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

前言

例说 8051

8051

单片机、单片机，还是单片机

从8048开始，“单片机”即成为广受欢迎的代名词，而8051更成为电机、电子系必学的内容；当然，应用单片机开发项目，既简单又经济实惠，早已成为学生的最爱！在电路设计方面，对于需求量较大、电路较复杂的应用，可采用客户指定IC（即ASIC），例如芯片组（chip set）控制芯片等，虽然ASIC的单位成本不高，但总体成本很高、开发时间也比较长。对于需求量不是很大，而电路变化较多的应用，则采用可编程控制器（如CPLD、FPGA），不过CPLD、FPGA的单价也较高。由此可见，对于中、小规模电路设计来说，目前还是采用单片机最合适。以常用的8051电路为例，一颗89C51的零售价只是CPLD或FPGA的几十分之一而已。

8051

为喝一杯鲜奶，养一头母牛

在过去十多年里，笔者一直从事于电路设计（OrCAD、Protel）与单片机的教学，带领学生从实体电路的设计、单片机程序设计开始，直到完成整个项目。笔者采用过不少的教程，而市面上有关8051的书籍虽多，但其结构类似，不外乎“第一章介绍8051的体系与结构、第二章谈8051的指令……”，若依顺序教学，第一章还没结束，就算老师还没累倒，学生早就瘫在那边了！即使顺利进入第二章，学生也无心恋战！因此，老师们总是跳着教，第一次先上第一章的某部分、再翻到第二章的某部分……第二次再谈第一章的某部分、再翻到第二章的某部分……如此翻来覆去，莫不叫人眼花缭乱！而漏东漏西在所难免。好多年前就想自己编写一本较实用的单片机教程，不过，市面上关于这方面的书籍颇多，笔者常有“为喝一杯鲜奶，养一头母牛”的困惑，始终无法鼓起勇气动手编写本书。

8051

一本不一定要发行的单片机教程

为了兴趣，终于痛下决心，放下手边工作，专心编写一本不一定要发行的单片机教程。当然，没有特色的书并不容易下笔，于是定下编写本书的最高指导原则，让本书具有下列特色：



适合于教学的编排与内容

本书没有一章是专门介绍8051的硬件，也没有一章专门介绍8051指令的，而是将8051的内部结构、指令等依需要分置于各章节中。例如在第1章中，硬件方面介绍8051的基本架构，包括引脚与基本电路，软件方面则介绍程序开发的步骤与所使用的工具，再配合简单的实例，即可让8051动起来，如此将可引起初学者的兴趣。

8051的内部架构与工作原理,将依需要分别在第2章~第7章中探讨;8051的111个指令,则依其五大分类,分别于第2章到第6章中讲解,并举例说明。从第8章起,加入8051的相关外围设备与应用,包括声音的产生、步进马达控制、模拟与数字信号转换、LED阵列、LCD模块等。

每个单元都有许多适当的范例与练习,而每个范例与练习都有详细的零件介绍、电路图、程序流程图以及程序代码。在程序中,每行指令右边都提供实时的注释,让读者能快速理解程序内容,而不必翻来翻去的。当然,在实例演练之后,书中还提供具有启发性的问题,让读者能举一反三。

● 精细的美编与绘图

本书的排版和美工,全由笔者亲自动手,图文完全融合,且尽量以图形方式,取代文字所无法展现的内容。每个图形都是用绘图软件一点一滴绘制而成的。全书精美动人,让单片机书籍提升到了另一个境界。

● 严谨的编校

对于一位多产作家而言,往往不容易有很好的校阅,因此文字错误将不可避免。而本书的编写与绘图达6个月之久,编辑完成后,则抱着“不一定要发行”的初衷,一再修改,光校阅与程序测试就花了5个月之久。

8051 给你好看!

笔者深知,市面上不乏内容丰富、程序功力深厚的8051相关书籍,但笔者更有把握的是,本书将更“好看”!让读者看得舒服、看得清楚,看到该看的部分、看到想看的部分,而在不知不觉之中,成为单片机的高手。另外,特别感谢新华计算机、力浦电子以及长高科技等公司提供许多服务与咨询,让本书增色不少!也期待专家们不吝指正。

张义和敬上

yiher95d@ms3.hinet.net

目 录

例 说 8051

第1章

轻松看8051

1-1 微型计算机与单片机	2
1-2 8051基本知识	2
1-2-1 8051的结构	3
1-2-2 8051的封装方式与引脚	4
1-2-3 8051的基本电路	8
1-2-4 MCS-51系列	10
1-3 8051的开发流程与工具	11
1-4 实例演练	13
1-5 实时练习	17

第2章

输出口及其应用

2-1 了解MCS-51的存储器结构	20
2-1-1 程序存储器	20
2-1-2 数据存储器	21
2-1-3 特殊功能寄存器	23
2-2 8051的输入/输出口	26
2-3 输出电路设计	29
2-3-1 驱动LED	29
2-3-2 驱动继电器	30
2-3-3 驱动喇叭	31
2-4 指令格式	31
2-5 寻址方式	32
2-6 数据转移指令	34
2-7 实例演练	42
2-7-1 单灯左移	42
2-7-2 霹雳灯	44
2-8 实时练习	46

第3章

输入口及其应用

3-1 8051时序分析与复位	50
3-2 输入电路设计	52
3-3 跳转指令	57
3-4 实例演练	67
3-4-1 指拨开关实例演练	67
3-4-2 按钮开关实例演练	69
3-4-3 计数器实例演练	71

3-4-4 BCD指拨开关实例演练	73
3-5 实时练习	75

第4章 输入/输出高级应用

4-1 8051的省电模式	78
4-2 键盘扫描	80
4-2-1 键盘扫描原理	80
4-2-2 了解MM74C922/MM74C923	82
4-3 7段LED数码管扫描	84
4-3-1 了解7段LED数码管	85
4-3-2 认识7447/7448	87
4-3-3 编码与查表法的应用	90
4-3-4 认识74138/74139	91
4-4 算术运算指令	93
4-5 实例演练	101
4-5-1 四位7段LED数码管实例演练	101
4-5-2 直接驱动7段LED数码管实例演练	103
4-5-3 4×4键盘与7段LED数码管实例演练	105
4-5-4 MM74C922实例演练	108
4-6 实时练习	110

第5章 中断及其应用

5-1 8051的中断	112
5-1-1 MCS-51的中断	112
5-1-2 中断使能寄存器	113
5-1-3 中断优先级寄存器	114
5-1-4 定时器/计数器控制寄存器	116
5-1-5 中断向量	116
5-1-6 中断的应用	117
5-2 逻辑运算指令	118
5-3 实例演练	127
5-3-1 外部中断INT0实例演练	127
5-3-2 外部中断INT1实例演练	130
5-3-3 两个外部中断实例演练	133
5-3-4 键盘中断实例演练	136
5-4 实时练习	139

第6章 定时器/计数器及其应用

6-1 8051的定时器/计数器	142
6-1-1 MCS-51的定时器/计数器	142
6-1-2 定时器/计数器模式控制寄存器TMOD	142
6-1-3 定时器/计数器控制寄存器TCON	145
6-1-4 计数寄存器	145
6-1-5 定时器/计数器的应用	147
6-2 8052的Timer 2	148
6-2-1 T2CON寄存器	148
6-2-2 捕获模式	149



6-2-3	自动加载模式	150
6-2-4	比特率产生器模式	151
6-3	布尔运算指令	152
6-4	实例演练	155
6-4-1	60秒定时器实例演练之查询方式	155
6-4-2	60秒定时器实例演练之中断方式	158
6-4-3	码表实例演练	161
6-4-4	频率产生器实例演练	164
6-4-5	计频器实例演练	168
6-5	实时练习	171

第7章

串行口及其应用

7-1	数据传输概念	174
7-2	认识74164/74165	174
7-3	了解MCS-51的串行口	176
7-4	了解SCON串行端口控制寄存器	179
7-5	比特率设置	180
7-6	了解MAX232	181
7-7	多处理器间的数据传输	183
7-8	实例演练	183
7-8-1	移位式数据串行输入实例演练	183
7-8-2	移位式数据串行输出实例演练	185
7-8-3	mode 1实例演练	187
7-8-4	mode 2实例演练	189
7-8-5	mode 3实例演练	191
7-8-6	8051 vs 8051实例演练	192
7-9	实时练习	194

第8章

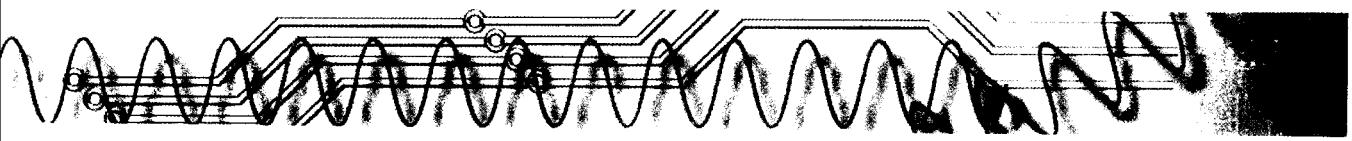
声音及其产生

8-1	发声电路	196
8-2	音调与节拍	197
8-3	音调的产生	198
8-4	节拍的产生	201
8-5	实例演练	205
8-5-1	简易电子琴实例演练	205
8-5-2	双音实例演练	208
8-5-3	DoReMi实例演练	211
8-5-4	生日快乐实例演练	215
8-6	实时练习	220

第9章

步进马达及其控制

9-1	认识步进马达	222
9-1-1	步进马达的结构	222
9-1-2	步进马达的运动	223
9-1-3	步进马达的定位	226
9-2	步进马达驱动电路	228
9-2-1	小型步进马达的驱动电路	228



9-2-2	达林顿晶体管驱动电路	229
9-2-3	FT5754驱动电路	229
9-3	实例演练	231
9-3-1	以延迟子程序产生驱动信号实例演练	231
9-3-2	以定时器产生驱动信号实例演练	233
9-3-3	1-2相驱动实例演练	235
9-3-4	方向控制实例演练	237
9-4	实时练习	239

第10章

AD与DA及其应用

10-1	模拟—数字转换原理	242
10-2	掌握AD转换IC	245
10-3	数字—模拟转换原理	249
10-4	认识DA转换IC	255
10-5	认识温度传感器	259
10-6	实例演练	260
10-6-1	ADC之数位温度计(一)	260
10-6-2	ADC之数位温度计(二)	263
10-6-3	ADC之温控实例演练	265
10-6-4	DAC实例演练	268
10-7	实时练习	269

第11章

LED阵列及其应用

11-1	认识LED阵列	272
11-2	LED阵列驱动电路	279
11-3	LED阵列显示方式	284
11-4	LED阵列动态显示	285
11-4-1	水平移动	286
11-4-2	垂直移动	289
11-5	实例演练	292
11-5-1	8×8 LED阵列静态显示实例演练	292
11-5-2	8×8LED阵列静态多色显示	296
11-5-3	8×8LED阵列动态显示实例演练一	301
11-5-4	8×8 LED阵列动态显示实例演练二	304
11-5-5	16×16 LED阵列显示实例演练	309
11-6	实时练习	314

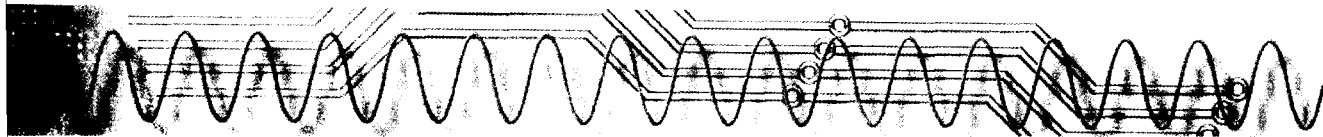
第12章

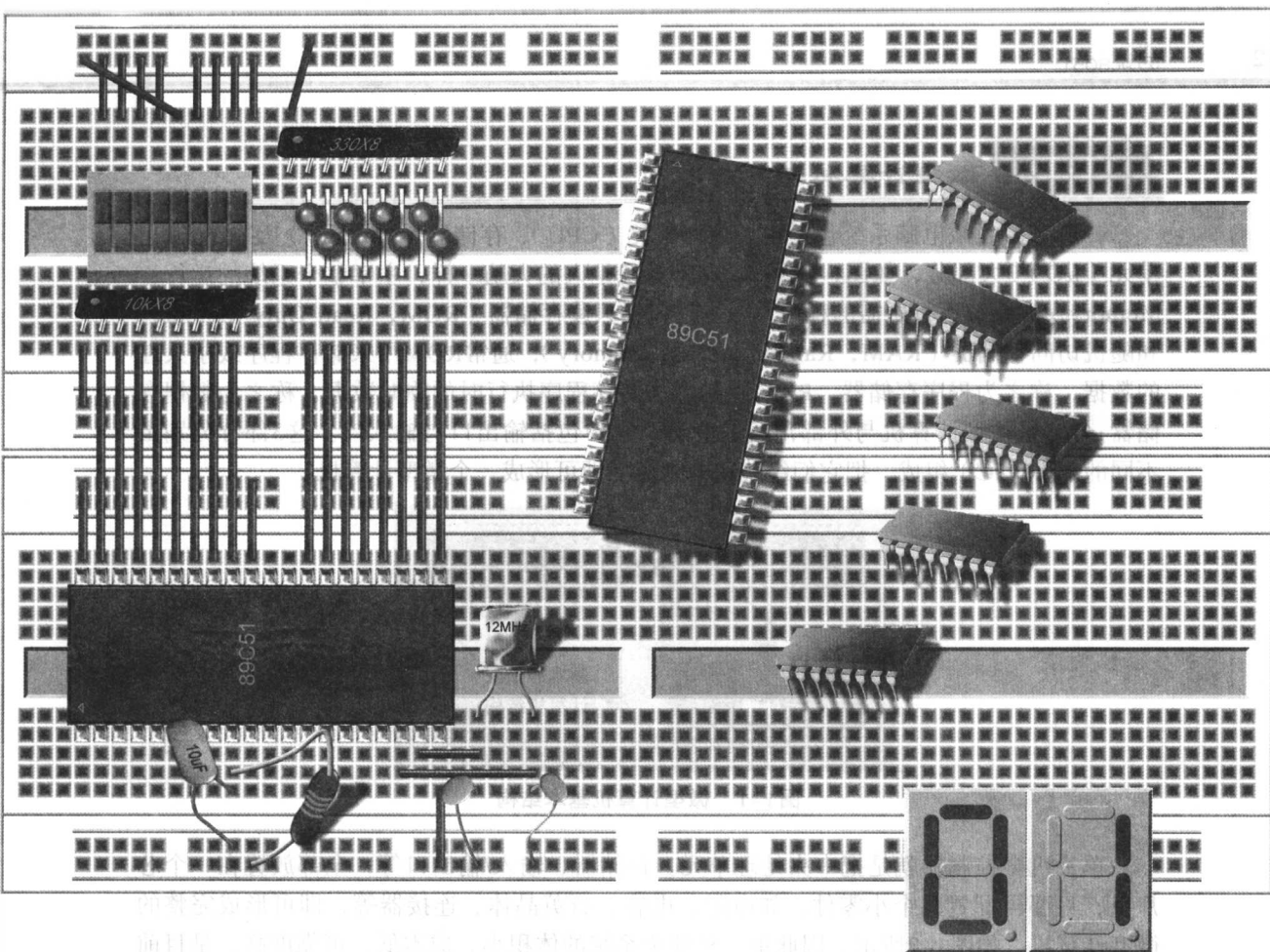
LCD及其应用

12-1	LCD模块	316
12-2	LCM控制指令	321
12-3	LCM与8051的连接	325
12-4	实例演练	326
12-4-1	LCD文字显示实例演练	326
12-4-2	自编字型图案实例演练	330
12-5	实时练习	343

附录A

8051指令速查表





第1章 轻松看8051

本章内容丰富，主要包括3部分。

● 8051部分：

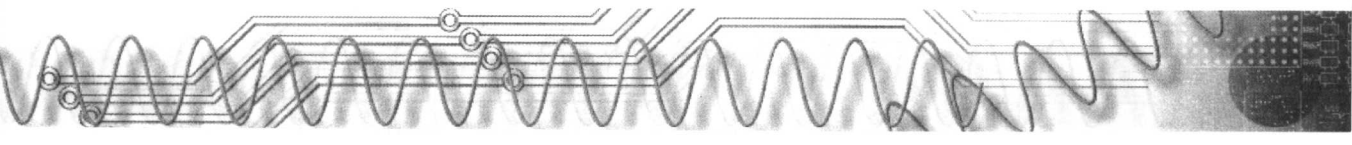
介绍8051的基本知识，包括结构、引脚、封装、MCS-51系列以及8051基本电路等。

● 开发工具部分：

介绍8051软硬件的开发流程，包括源程序的编写、编译、链接以及软硬件模拟等。

● 程序与实作部分：

闪烁灯的程序设计，及其编译、链接与软件仿真。



1-1

微型计算机与单片机

一般来说, 微电脑系统包括中央处理单元 (CPU)、存储器 (Memory) 及输入/输出单元 (I/O) 3大部分, 如图1-1所示。CPU就像是人的大脑一样, 主宰整个系统的运行; Memory存放系统运行所需的程序及数据, 包括只读存储器 (ROM, Read Only Memory) 和随机访问存储器 (RAM, Random Access Memory), 通常ROM用来储存程序或永久性的数据, 称之为程序存储器, RAM则是用来储存程序执行时的临时数据, 称之为数据存储器; I/O是微型计算机与外部沟通的管道, 其中包括输出与输入。这3部分分别由不同的部件 (IC) 组成, 把它们组装在电路板上即可形成一个微型计算机。

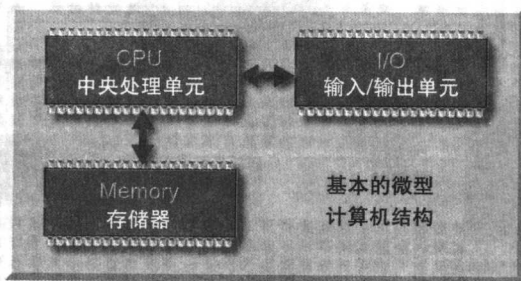


图1-1 微型计算机基本结构

单片机微控制器就是把中央处理单元、存储器、输入/输出等, 全部放置在一个芯片里, 只要再配置几个小零件, 如电阻、电容、石英晶体、连接器等, 即可形成完整的微型计算机, 如图1-2所示。因此单片机整个系统的体积小、成本低、可靠度高, 是目前微型计算机控制系统的主流。

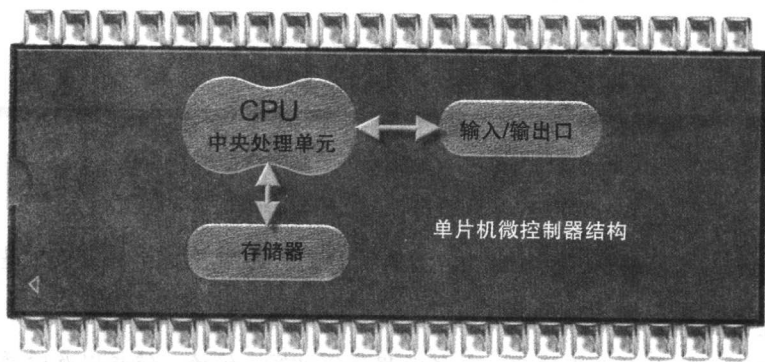


图1-2 单片机微控制器结构

由于微控制器的主要功能是控制, 因此, 在单片机微控制器中, 不太在乎其存储器的大小、位数, 而强调其输入/输出功能。

1-2

8051基本知识

“8051”源自Intel公司的MCS-51系列, 而目前所采用的8051并不限于Intel公司所生产的芯片, 它与其他厂商所推出的兼容芯片为主, 如Amtel公司的89C51, 其价格便宜、

质量稳定、开发工具齐全，广为学校或培训机构所欢迎。

虽然8051的结构简单，不过，依笔者十多年来的单片机教学经验得知，对于初次接触微控制器或单片机的人而言，一下子要熟识整个8051的硬件结构，恐怕有点困难；对于教师而言，也是事倍功半。在此笔者只介绍8051的基本知识，包括基本结构、引脚、基本电路及51系列等，其中很多资料最好“记”在脑中，笔者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 8051的结构

8051单片机发展至今，虽然有许多厂商各自开发不同的兼容芯片，但其基本结构并没有多大的变动，如下所示为标准的8051结构。

- ▶ 8051为8位微控制器¹。
- ▶ 程序存储器ROM：内部有4KB、外部最多可扩充至64 KB。
- ▶ 数据存储器RAM：内部有128 B、外部最多可扩充至64 KB。
- ▶ 4组可位寻址²的8位输入/输出端口，即P0、P1、P2及P3。
- ▶ 1个全双工串行口，即UART。
- ▶ 5个中断源，即INT0、INT1、T0、T1、RXD或TXD。
- ▶ 111个指令码。

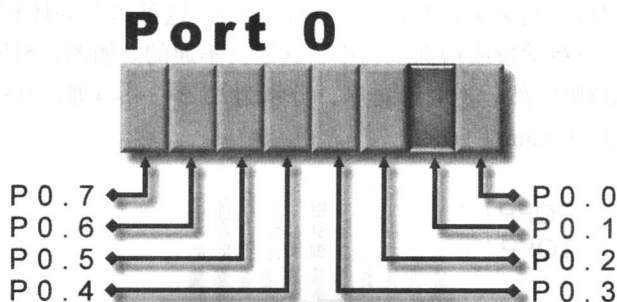


图1-3 位寻址表示法

上述结构里，最好能把蓝色字的部分“记忆”下来，8051单片机内部基本结构如图1-4所示。

¹ 8位指的是微控制器内部数据总线、寄存器的宽度。比如计算机（PC）所用的CPU，第一代PC的CPU 8088/8086到第二代PC的CPU 80286都为16位CPU；而从80386到目前的Pentium 4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。

² 通常存储器的操作以字节（Byte）为单位，“位寻址”是存取存储器、寄存器或输入/输出端口时，可指定其中的一个位，例如要指定P0输入/输出口中的bit 1，则使用为P0.1即可，如图1-3所示。

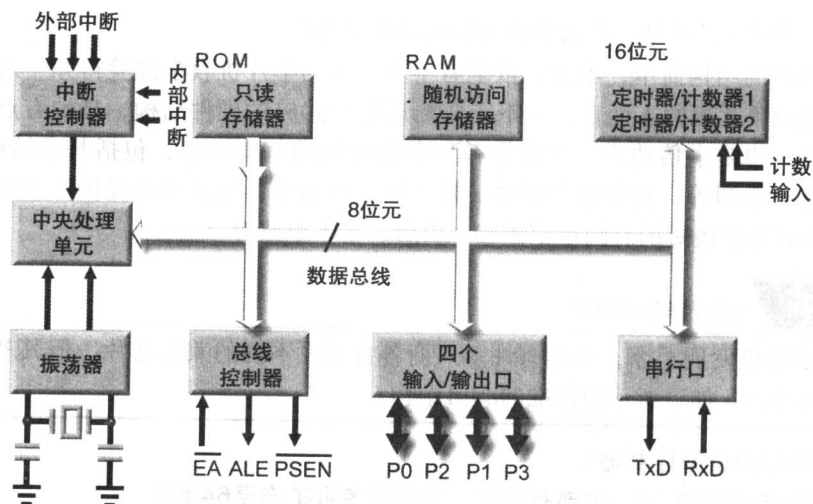


图1-4 MCS-51内部基本结构图

1-2-2

8051的封装方式与引脚

8051的封装方式有3种，说明如下。

● QFP封装（方型扁平封装）

8051的PQFP或TQFP封装为扁平的44个引脚封装，这种封装的体积很小、成本较低，为目前商品的主流；但在学校或培训机构中，这是行不通的。如图1-5所示，在俯视图上，左上方有记号者为第1脚，然后逆时针排序，分别为2、3……44脚，其中包括4个空引脚，相邻两个引脚的间距为0.8mm。

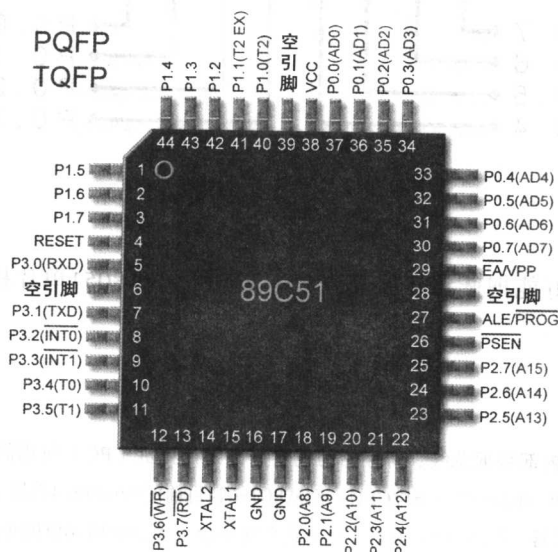


图1-5 PQFP或TQFP封装

● PLCC封装

PLCC（塑料有引线芯片载体）封装也是8051常用的封装方式，这也是44个表面粘着式引脚（SMT）的封装，其中包括4个空引脚，其引脚编号与QFP封装非常类似（相容），如图1-6所示，在俯视图中，上面中间有记号者为第1引脚，然后逆时针排序，分别为2、3……44脚，相邻两只脚的间距为0.05英寸。

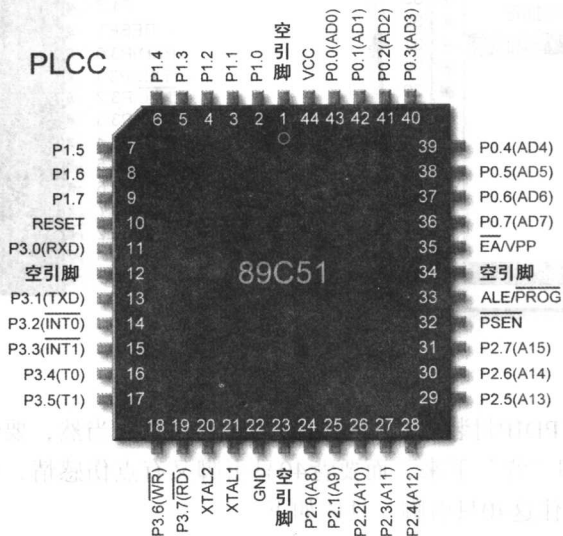


图1-6 PLCC封装

一般来说，采用这种封装的部件，可直接应用在电路板上，而不必钻孔（其引脚如图1-7所示）。在研发、实验或教学时，还可利用插座，以缩短开发与生产的差距。

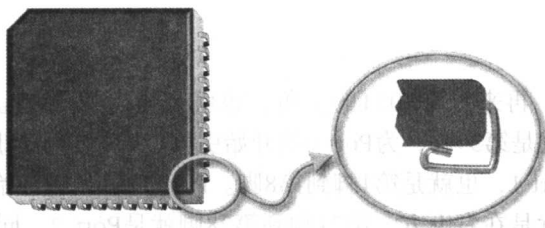


图1-7 PLCC引脚

● 双列直插式封装

8051的封装是40个引脚双并排的封装，简称DIP40。由于现在都是采用较便宜的塑料封装，所以又叫做PDIP。如图1-8所示，在DIP封装里，俯视图左上方有记号者为第1脚，然后逆时针排序，分别为2、3……40脚。相邻两只脚的间距为0.1英寸，而两排引脚之间距为0.6英寸，刚好可插在面包板或40pin的插座上，特别适用于学校、培训机构里。不过，由于针脚式封装体积较大、电路板制作成本较高，已很少用在商品里。

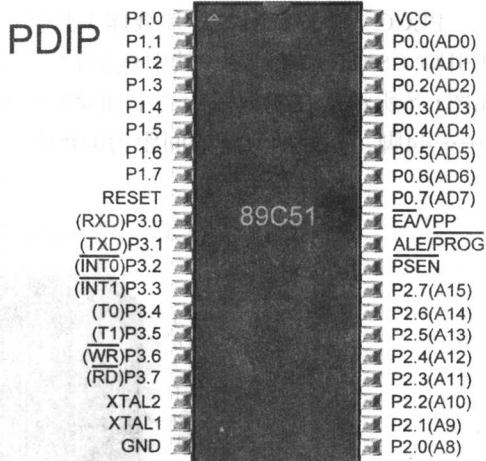
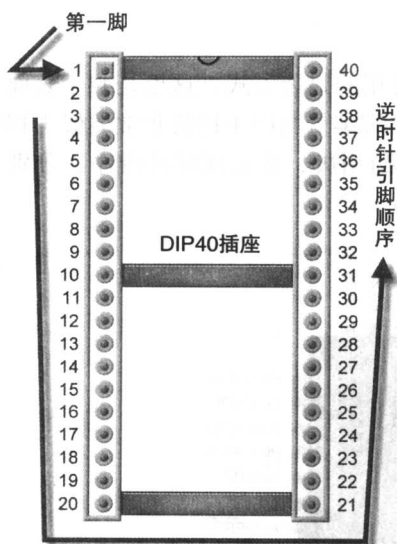


图1-8 引脚式封装

本书将以采用了PDIP封装方式的8051为探讨的对象，当然，要学习8051，笔者强烈建议先把8051的引脚“背”下来，而要背40只引脚又有点伤感情，所以在此提供独门的技巧，让大家轻松记住这40只引脚，具体如下。

● 电源引脚

几乎所有IC都需要接用电源，而8051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8051的40脚为VCC引脚，连接 $5V \pm 10\%$ ；20脚为GND引脚，必须接地。

● 输入/输出口

有了电源之后，再来看看8051的主角，也就是输入/输出口。紧接于刚才所介绍的VCC引脚下面，也就是第39脚，为Port 0的开始引脚，即第39至32脚等8只引脚为Port 0；Port 0的对面就是Port 1，也就是第1脚到第8脚。Port 1从第1脚开始，所以Port 2从其斜对角第21脚开始，也就是在右下方，第21脚到第28脚就是Port 2。同样地，Port 2的对面就是Port 3，第10脚到第17脚就是Port 3。39、1、21、10就是这4个Port的开始引脚，可通过图1-9所示辅助记忆这4个输入/输出口。

● 复位引脚

几乎所有微控制器都需要复位（Reset）的操作。对于8051而言，只要复位引脚接高电平超过2个机器周期（约 $2\mu s$ ），即可产生复位的操作。而8051的复位引脚在Port 1与Port 3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钮以复位系统”，这久久就是第9脚的谐音。

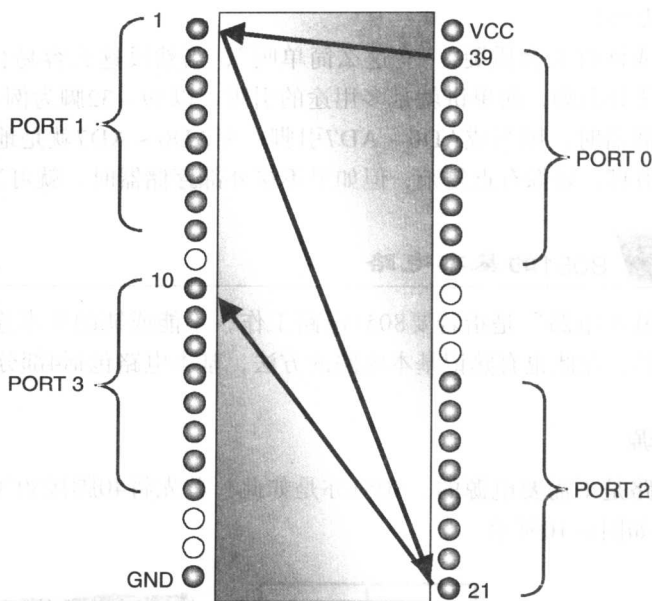


图1-9 引脚辅助记忆图

● 频率引脚

微控制器都需要时钟脉冲，而在接地引脚上方的两只引脚，即19、18脚，就是时钟脉冲引脚，分别是XTAL1、XTAL2。

● 存储器引脚

8051内部有存储器，外部也可接存储器。使用内部存储器还是外部存储器，则须视31脚（Port 0下面那只脚）而定！31脚就是 $\overline{EA}$ 引脚，即访问外部存储器使能（External Access Enable）引脚。当 $\overline{EA}=1$ 时，系统使用内部存储器；当 $\overline{EA}=0$ 时，系统使用外部存储器。

● 外部存储器控制引脚

现在只剩下 $\overline{EA}$ 引脚下面的两个引脚了，这两只引脚与 $\overline{EA}$ 引脚有点类似，都是控制存储器的，说明如下。

- 30脚为地址锁存允许信号ALE（Address Latch Enable），其功能是在访问外部存储器时，送出一个将原本在Port 0中的地址（A0-A7）地址锁在外部锁存器IC（如74373）的信号，让Port 0空出来，以传输数据。
- 29脚为程序存储器允许输出端 $\overline{PSEN}$ （Program Store Enable），其功能也是访问外部存储器。通常此引脚连接到外部存储器（ROM）的 $\overline{OE}$ 引脚，当8051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脚比较难以理解，所幸，只要不动用到外部存储器，就可当它们不存在！留待有外部存储器的章节，再行说明。

根据上述要诀，连续三天，睡觉前回忆一下、起床后再想一想；则，想忘掉，难！

不想记住，更难！

另外，或许有人会质疑，“有这么简单吗”，当然没这么容易！8051的40个引脚里，有很多是多任务引脚，简单讲就是多用途的引脚，以39~32脚为例，平时为Port 0；若是连接外部存储器时，则当成AD0~AD7引脚，而AD0~AD7就是地址引脚与数据引脚混合的多任务引脚，好像有点复杂，但如果不接外部存储器时，就可当它不存在。

1-2-3 8051的基本电路

所谓“基本电路”是指若要8051电路工作，不能或缺的基本连接线路，所以，这是必要的！当然，在此也有熟记基本电路的方法，基本电路包括4部分，说明如下。

● 先接电源

没有电路是不需要电源的，8051亦是如此！首先将40脚接VCC，也就是+5V、20脚接地GND，如图1-10所示。

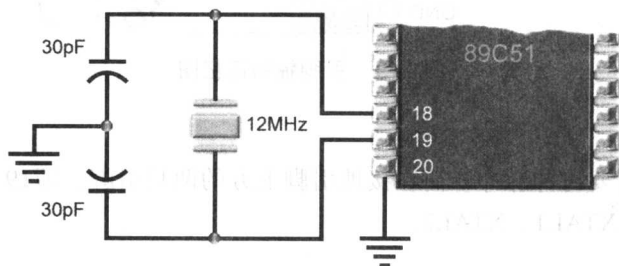


图1-10 使用内部振荡电路

● 再接时钟脉冲

8051内部已具备振荡电路，只要在接地引脚上面的两个引脚（即19、18脚）连接简单的石英振荡晶体（Crystal）即可。8051的时钟脉冲频率，原本为12MHz，发展至今，已有24MHz（Atmel公司所推出的），甚至华邦电子（Winbond）提供了40MHz的版本，未来还可能有更高的版本也说不定。不过，在此仍以目前流行的12MHz为例，如果懒得再设计一个振荡电路，则按图1-10连接即可。如果非得自行设计一个振荡电路不可，则可按图1-11连接。

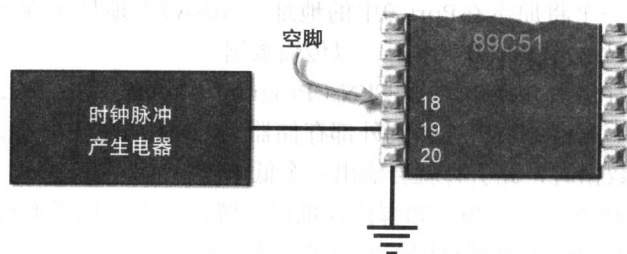


图1-11 使用外部时钟脉冲产生电路

