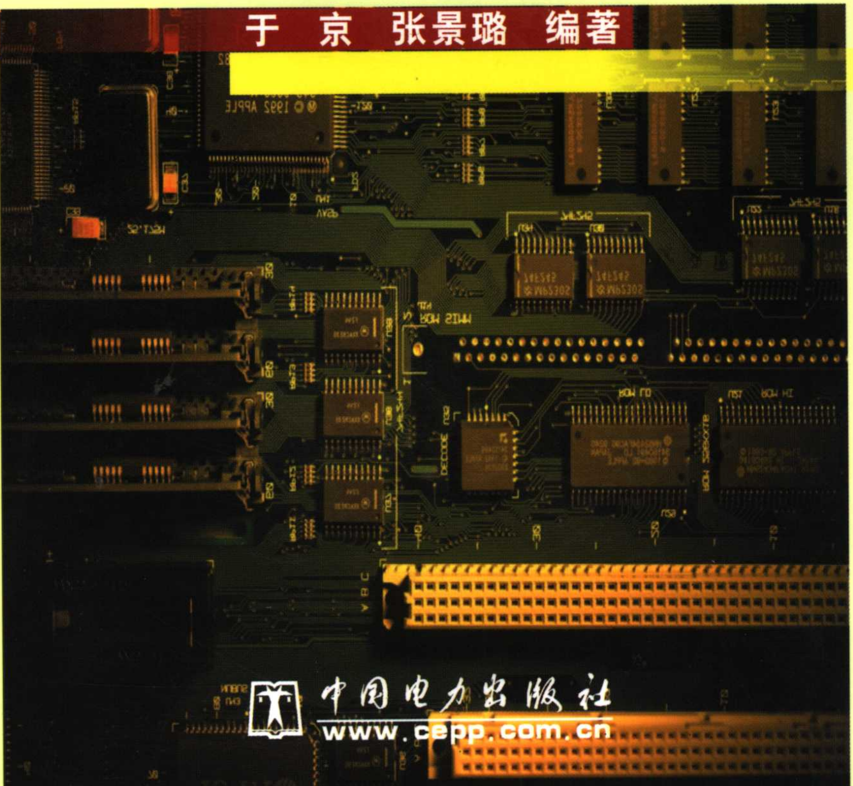
51 XILIE DANPIANJI

51系列单片机 C程序设计与应用案例

于 京 张景璐 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

51 XILIE DANPIANJI

51系列单片机C程序设计与应用案例

于 京 张景璐 编著

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

本书作者在长期从事单片机实际开发和教学工作的基础上，通过精心设计的一系列环节，使内容自成体系，循序渐进。目的是让读者可以从零起步。本书避开冗长的理论描述，通过完整的案例分析，引导读者快速进入设计开发领域。同时作者也愿意将自己实际的开发设计经验与大家分享，以期使读者看完本书就能够设计、开发出符合当今趋势的单片机应用系统。

本书在简要介绍单片机基础的同时，重点增加了数字电路的知识，使读者不用再去查找其他参考书就能够进行系统的开发。全书重点介绍了51系列单片机的结构特点和编程方法，并对每一个问题都附有真实、完整的应用案例。

本书可供单片机设计、开发人员和大中专院校电子专业的师生参考、学习使用

图书在版编目（CIP）数据

51系列单片机C程序设计与应用案例/于京，张景璐编著.
—北京：中国电力出版社，2006
ISBN 7-5083-4085-X

Ⅰ. 5… Ⅱ. ①于…②张… Ⅲ. 单片微型计算机-C语言-程序设计 Ⅳ. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字（2006）第007177号

中国电力出版社出版、发行
（北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn）
北京市同江印刷厂印刷
各地新华书店经售
*
2006年3月第一版 2006年3月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 7.5印张 194千字
印数0001—4000册 定价**15.00**元

版权专有 翻印必究
（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

前　言

首先说明这本书不属于单片机的理论书籍，它可以说是一本实例分析，或是一册单片机开发实践总结。但是您会发现从第一个例子开始入手学习单片机是非常简单的，而学习完最后一个例子，您甚至可以完成一个中等规模的单片机应用了。再次强调：整个学习过程并不难。因为这些例子的安排是精心准备的，是直观的、可理解的，而不是只告诉你“将 0xA0 送入地址 88H，这样就实现了发送数据的功能”。作者认为这种例子不够完整，对读者学习单片机应用没有意义。

本书还有一个特点，那就是它用一些章节讲了“数字电路”和 C 语言，这是因为作者发现外版教材和国内教材的最大区别就是：外版教材对读者的起始要求低，常用一些篇幅介绍本书需要的基础知识，这样读者比较容易上手，学起来也有兴趣。所以本书中加上数字电路和 C 语言内容的目的在于：如果你需要马上开发一个项目，而你几乎已经忘记了学校所学的基础知识，那么这一本书就足够了，不用再去找其他参考书。

不可否认，如果你对基础知识掌握得越好，做出的单片机系统效率就越高，这一点在单片机系统开发中是很重要的。也就是说，将系统做得出来是一回事，系统运行的效率高就是另一回事了。比如下面这个例子：你看得出来它们的区别吗？

定义数组 a[10]，其中存放 10 个数值，找出需要的数值的下标，并存入 inx：

```
for(i=0;i<10;i++)
if(a[i]==sample)inx=i;
```

另一种做法：定义 a 有 11 个元素，用 a［1］到 a［10］存放样本：

```
for(a[0]=sample,inx=10;a[inx]!=sample;inx--);
```

第二种做法的效率比第一种提高 40% 以上，对于单片机这种资源相对不足的系统来说是很重要的。本书的例程中有一些注释，告诉读者用代码提高系统运行效率的技巧，这是本书另一个可取之处。

还有，本书使用 C 语言来开发单片机系统，原因在于：对开发来说，C 语言开发效率高、易懂、易组织、复用性强。并且经过不断完善，C 语言写的单片机程序其运行效率已经接近汇编程序了。书中还给出了 I^2C 总线和 SPI 总线的全部驱动程序，使读者能够马上应用到自己的设计开发中。

说了这么多就是想告诉读者，您能很容易地使用本书构建你自己的单片机系统。当然，由于时间紧迫，书中难免有疏漏的地方，欢迎读者批评指正。

作者

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章　数字逻辑基础

本章主要介绍数字系统中各种数制的表示及编码，还有数字逻辑基础知识，包括布尔代数的基本概念、基本公式以及布尔代数的表示方法和化简。本章还介绍数字电路中各种基本门电路和常用组合逻辑电路的工作原理以及使用，如多路复用器、编码器与译码器等。

第一节　数制与布尔代数

一、数制

众所周知，在日常生活中我们经常碰到计数的问题，比如在交易的时候。由于人们经常要借助数字系统帮助人们处理日常信息，因此数字系统中同样会经常涉及到计数的问题。

那么，我们大家最熟悉的数制是哪种数制呢？没错，是十进制。十进制是人类日常生活中不可分割的一部分。但是数字系统与日常生活中的进制不同，有的只是 0 和 1 两个符号，因而在数字系统中最常用的是二进制，以及与之关系密切的八进制和十六进制。

（一）十进制

所谓十进制就是以 10 为基数的计数体制，其计数规律是逢十进一。十进制可以用字母 D 表示。

例 1－1　试用位权来表示十进制数 1234。

解：

1　2　3　4

$4\times10^0= \quad 4$

$3\times10^1=3\times10 = \quad 30$

$2\times10^2=2\times100 = \quad 200$

$1\times10^3=1\times1000=+1000$

$\overline{\quad 1234}$

（二）二进制

二进制与十进制的区别在于数码的个数和进位规律有很大的区别。顾名思义，二进制的计数规律为逢二进一，是以 2 为基数的计数体制，即：$1+1=10$。

二进制的位权表示，如图 1－1 所示。

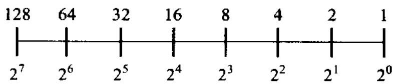


图 1－1　二进制数的位权图

例如：我们可以将二进制数 1010 表示为：$1010=1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+0\times2^0$

一般任意一个数 N 用二进制数可表示为：

$$(N)_B=\sum_{j=-\infty}^{j=\infty}K_j\times2^j$$

其中字母 B 表示二进制数。

例 1－2　试将二进制数（11010110）$_B$ 转换为十进制数。

解：方法是按各位权展开，求出各项式之和。

2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0

1 1 0 1 0 1 1 0=128+64+16+4+2=214

$(11010110)_B=214_D$

（三）十－二进制之间的转换

既然一个数可以用二进制和十进制两种不同形式来表示，十－二进制之间经常需要转换，十进制转换为二进制的方法可以用除 2 求余的方法。

例 1－3　将（36）$_D$ 转换为二进制数。

解：方法是，不断地用 2 分解十进制整数，并将余数按得到的顺序由低位到高位排列，即可得到对应的二进制数。

$$
\begin{array}{r|l l c l l}
2 & \underline{36} & \cdots\cdots\cdots & 余 & 0 \cdots\cdots\cdots & b_0 \\
2 & \underline{18} & \cdots\cdots\cdots & 余 & 0 \cdots\cdots\cdots & b_1 \\
2 & \underline{\ 9\ } & \cdots\cdots\cdots & 余 & 1 \cdots\cdots\cdots & b_2 \\
2 & \underline{\ 4\ } & \cdots\cdots\cdots & 余 & 0 \cdots\cdots\cdots & b_3 \\
2 & \underline{\ 2\ } & \cdots\cdots\cdots & 余 & 0 \cdots\cdots\cdots & b_4 \\
2 & \underline{\ 1\ } & & 余 & 1 & b_5 \\
 & \ \ 0 & & & &
\end{array}
$$

所以 $(36)_D = (b_5\, b_4\, b_3\, b_2\, b_1\, b_0)_B = (100100)_B$

当一个要转换的数不太大时，可以采用另一种比较简单的方法，这种方法的思想是从需要转换的十进制数找出与之最接近的 2 的幂次方，并从这个十进制数中减去该 2 的幂次方，在剩下的余数中重复这种做法，直到余数为 0 或 1。然后将所得到的这些 2 的幂次方与二进制数中的位权相比，相同的位标记为 1，其余的为 0，这样就可得到与十进制数对应的二进制数。

例 1－4 现在我们来看看 175 这个十进制数

解：

$$
\begin{array}{r l}
 & \begin{array}{cccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \\
175 & \\
\underline{-128} & \to 2^7 \dashrightarrow \begin{array}{cccccccc} 2^7 & 2^6 & 2^5 & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \end{array} \\
47 & \\
\underline{-\ \ 32} & \to 2^5 \\
15 & \\
\underline{-\ \ \ 8} & \to 2^3 \\
7 & \\
\underline{-\ \ \ 4} & \to 2^2 \\
3 & \\
\underline{-\ \ \ 2} & \to 2^1 \\
1 & \to 2^0
\end{array}
$$

$(175)_D = (10101111)_B$

数据通过减去相应的权，如果够减，则相应的位权为 1，如 175 先减去 128，如果够减，对应第 7 位为 1，175 先减去 128 的余数 47，继续减去 64，不够减，对应第 6 位为 0，以此类推，直到结果为 0 或 1。

（四）在数字设备中使用二进制的优缺点

1. 使用二进制的优点：数字装置简单可靠，所用元器件少；

只有两个数码 0 和 1，因此它的每一位数都可用任何具有两个不同稳定状态的元器件来表示；基本运算规则简单，运算操作方便。

2. 使用二进制的缺点：用二进制表示一个比较大的数时，位数多。

二、十六进制和八进制

由于当二进制数的位数很多时，阅读和书写都很麻烦，因此为了减少书写一个数字的位数，在计算机中经常采用十六进制或八进制数来表示二进制数。十六进制中包含的 16 个数字是 0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，A，B，C，D，E，F，其中 A ~F 分别对应于十进制中的 10 ~ 15。参照十进制数和二进制数的一般表达式，可以得到十六进制数的一般表达式为：

$$(N)_H = \sum_{j=-\infty}^{j=\infty} K_j \times 16^j$$

其中，字母 H 表示十六进制数。

例 1 -5 将十六进制数 4E6 转换为十进制数。

解： 方法是按十六进制数位权展开，十六进制数位权分别是 $16^0=1$，$16^1=16$，$16^2=256$ 等，求出各项式之和。

$$\begin{aligned}(4E6)_H &= 4\times16^2+14\times16^1+6\times16^0\\ &=4\times256+14\times16+6\times1=(1254)_D\end{aligned}$$

例 1 -6 将二进制数 1001 1100 1011 0100 1000. 011 转换为十六进制数，将二进制数 0101 1011. 001 转换为十进制数。

解： 方法是以小数点为界，整数、小数部分两边分别以四位为一组，不足四位的整数部分高位补 0、小数部分低位补 0，每四位二进制数可以转换为一位十六进制数。

$$(1001\ 1100\ 1011\ 0100\ 1000.011)_B = (9CB48.6)_H$$

$$\begin{aligned}(0101\ 1011.001)_B &= (5B.2)_H\\ &=(1\times2^2+1\times2^0)\times16^1+(1\times2^3+1\times2^1+1\\ &\quad\times2^0)\times16^0+(0\times2^3+0\times2^2+1\times2^1)\times16^1\end{aligned}$$

$$=[5\times16^1+11\times16^0+2\times16^1]_D=91.125_D$$

同样地，可以得到任意八进制数的表达式为：

$$(N)_O=\sum_{j=-\infty}^{j=\infty}K_j\times8^j$$

其中，字母 O 表示八进制数。

对于二进制数转换为八进制数时，可将三位二进制数分成一组，对应于一位八进制数。二进制数分别是 000，001，010，011，100，101，110，111，对应八进制数字 0 ~ 7。

例 1 - 7 将 $(1001\ 1100\ 1011\ 0100\ 1000)_B$ 转换为八进制数。

解： $(1001\ 1100\ 1011\ 0100\ 1000)_B$

$=(10\ 011\ 100\ 101\ 101\ 001\ 000)_B$

$=(2\ 3\ 4\ 5\ 5\ 1\ 0)_O$

三、十进制数的二进制编码（Binary-Coded-Decimal）

8421BCD 编码（二 - 十进制码或称 BCD 码）

将十进制数中的 0 ~ 9 十个数，用二进制来进行编码，这种编码称为二 - 十进制码或称 BCD 码。由于使用 4 位二进制数 $b_3b_2b_1b_0$ 表示一位十进制数，可以有 16 种组合，从 0000 到 1111，从中取出十种组合。这其中组合的方法较多，比较常用的是 8421BCD 码。

8421BCD 码用四位自然二进制码中的前十个码字来表示十进制数码，因此，各位的权值依次为：b_3 位的权为 $2^3=8$，b_2 位的权为 $2^2=4$，b_1 位的权为 $2^1=2$，b_0 位的权为 $2^0=1$，故称 8421 BCD 码。

表 1 - 1 是常用的二 - 十进制编码，其中包括十进制码与 8421 BCD 码的对应关系。

$(8)_{10}=(1000)_2=(1000)_{8421BCD}$

$(5)_{10}=(101)_2=(0101)_{8421BCD}$

其中，1010 ~ 1111 是无效的 8421BCD 码 8421BCD 码由于

表示简单、直观，所以在数字系统中应用较多。

表 1-1　　　　常用的二-十进制编码

十进制数	8421 BCD 码	2421 BCD 码	余 3 码
0	0000	0000	0011
1	0001	0001	0100
2	0010	0010	0101
3	0011	0011	0110
4	0100	0100	0111
5	0101	1011	1000
6	0110	1100	1001
7	0111	1101	1010
8	1000	1110	1011
9	1001	1111	1100

例 1-8　8421BCD 码与十进制数的转换。

解： 8421BCD 码由于表示简单，转换时直接按四位二进制对应一位十进制进行。

$(1000\ 0001)_{BCD} = (81)_{10}$

$(1001\ 0110)_{BCD} = (96)_{10}$

表 1-1 中除了 8421BCD 码外，还有其他的二-十进制码，如 2421 码和余 3 码。

余 3 码也是一种常见的二-十进制码，它是一种无权编码；对比表 1-1，同样的十进制数，余 3 码比 8421BCD 码多 3，即 0011。

余 3 码是一种对 9 的自补码，例如 3 的余 3 码是 0110 求补的结果是 1001，查表是数字 6 的余 3 码，而数字 6 和 3 刚好是对数字 9 的补，6+3=9。所以，要求 5 的余 3 码，可以先求出 5 对数字 9 的补，9-5=4，再计算数字 4 的余 3 码是 0111，则 5 的余 3 码求补是 1000。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com