第五章 数据表示与运算

习题与解答

5.1 用十六进制写出大写字母“F”、小写字母“a”和星号“*”的ASCII码。当最高位用作偶校验位时，写出它们的ASCII机内码字节。

解：通过查ASCII编码表，可得

- 大写字母“F”的ASCII码为46H，当最高位用作偶校验位时，其ASCII机内码字节最高位为“1”，46H+80H=C6H
- 同样，小写字母“a” 的ASCII码为61H，机内码E1H
- 符号“*”的ASCII码为2AH，机内码为AAH

- 5.2 汉字“大”和“小”的国标区位码分别为2083和4801，要求

  (1) 分别写出这两个字对应的国标码；

  (2) 若采用汉字两个字节的最高位均设为“1”的机内表示方案，分别写出这两个字的机内码形式。

- 解：

  (1) 在已知区位码的情况下，只要将区码和位码分别转换成十六进制表示，然后再分别加上20H即可得到国标码。

  2083→（1453H +2020H）=3473H

  4801→（3001H+2020H）=5021H

  则“大”字的国标码为3473H，“小”字的国标码为5021H。

  (2) 当采用汉字两个字节的最高位均设为“1”的机内表示方案时，只要将国标码的两个字节分别加上80H即可得其机内码。

  3473H+8080H =B4F3H；5021H+8080H =D0A1H

  则“大”字的机内码为B4F3H，“小”字的机内码为D0A1H。

- 5.3 用向量表示法，在32位字长的存储器中，用ASCII码分别按左→右（大端方式）和右→左（小端方式）的顺序表示下列字符串：

  (1) WHAT IS THIS?

  (2) THIS IS A DISK。

- 解：(1) 左→右：

31			0
W	H	A	T
	I	S	
T	H	I	S
?			

右→左：

31			0
T	A	H	W
	S	I	
S	I	H	T
			?

(2) 方法同上。

- 5.4 用以下形式表示十进制数5862。
  (1) 二进制数；(2) 8421码；(3) 余3码；(4) 2421码。

- 解：

  (1) $(5862)_{10}=(1\ 0110\ 1110\ 0110)_2=16E6H$

  (2) $(5862)_{10}=(0101\ 1000\ 0110\ 0010)_{8421}=5862H$

  (3) $(5862)_{10}=(1000\ 1011\ 1001\ 0101)_{E3}=8B95H$

  (4) $(5862)_{10}=(1011\ 1110\ 1100\ 0010)_{2421}=BEC2H$

- 5.5 用前分隔数字串表示法、后嵌入数字串表示法和压缩的十进制数串表示法表示下列十进制数，设存储器按字节编址。

  +1980；　-76543；　+254；　-1992

- 解：

(1) 前分隔数字串表示：（ASCII码用十六进制表示，下同）

+1980：	2Bh	31h	39h	38h	30h	
-76543：	2Dh	37h	36h	35h	34h	33h
+254：	2Bh	32h	35h	34h		
-1992：	2Dh	31h	39h	39h	32h	

(2) 后嵌入数字串表示：

+1980：

31h	39h	38h	30h

-76543：

37h	36h	35h	34h	73h

+254：

32h	35h	34h

-1992：

31h	39h	39h	72h

(3) 压缩十进制数串表示：

+1980：

0	1	9	8	0	Ch

-76543：

7	6	5	4	3	Dh

+254：

2	5	4	Ch

-1992：

0	1	9	9	2	Dh

- 5.6 有两位8421BCD码编码的十进制整数置于寄存器A中，可以通过一个加法器网络将其直接转换成二进制整数。试用半加器、全加器电路画出该加法器网络。
- 解：算法分析：

设两位8421码A = $A_1A_2 = a_8\ a_7\ a_6\ a_5\ a_4\ a_3\ a_2\ a_1$

二进制数 B = $b_7\ b_6\ b_5\ b_4\ b_3\ b_2\ b_1$

则 $B = A_1\times1010+A_2=A_1\times1000+A_1\times10+A_2$

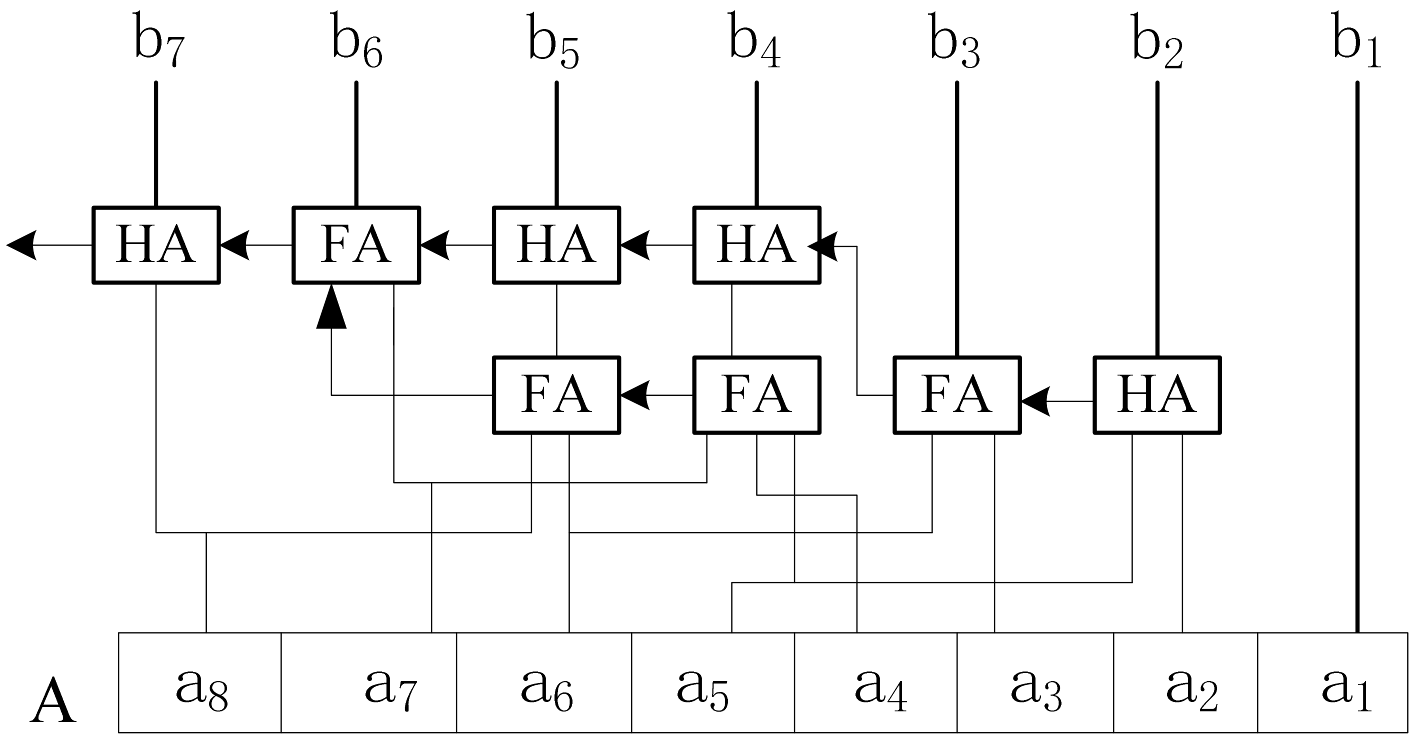
$= a_8a_7a_6a_5000 + a_8a_7a_6a_50 + a_4a_3a_2a_1$

- 为了更加清楚起见，进一步用竖式表示相加关系如下：

$$\begin{array}{rccccccc}
 & a_8 & a_7 & a_6 & a_5 & 0 & 0 & 0 \\
 & 0 & 0 & a_8 & a_7 & a_6 & a_5 & 0 \\
+ & 0 & 0 & 0 & a_4 & a_3 & a_2 & a_1 \\
\hline
 & b_7 & b_6 & b_5 & b_4 & b_3 & b_2 & b_1
\end{array}$$

- 该竖式对应的加法网络电路图如下页。

❑ 两位8421码—二进制整数转换加法网络电路图



- 5.7 设X为整数，$[X]_{补}=1$，$X_1X_2X_3X_4X_5$，若要求 $X < -16$，试问 $X_1 \sim X_5$ 应取何值?
- 解：若要$X < -16$，需 $X_1=0$，$X_2 \sim X_5$ 任意。
- 注：负数绝对值大的反而小。

5.8 已知数的补码表示，求数的原码与真值。

$[X_1]_{补} = 00011010$　　$[X_2]_{补} = 10011010$　　$[X_3]_{补} = 11110001$

解： 已知数的补码表示，数的原码与真值见下表：

补 码 $[X]_{补}$	原 码 $[X]_{原}$	真 值
0 001 1010	同补码	同补码
1 001 1010	1 110 0110	-110 0110
1 111 0001	1 000 1111	-000 1111

- 5.9 讨论若$[X]_{补}>[Y]_{补}$，是否有X>Y?

解:

- 若$[X]_{补}>[Y]_{补}$，不一定有X>Y。
- 当 X > 0、Y > 0 时， $[X]_{补} - [Y]_{补}=X-Y$

  当 X < 0、Y< 0 时， $[X]_{补} - [Y]_{补}=2+X-(2+Y)=X-Y$

  所以，$[X]_{补} > [Y]_{补}$时， X > Y成立。
- 当X>0、 Y<0 时，X>Y，但由于负数补码的符号位为1，则$[X]_{补}<[Y]_{补}$。
- 当X<0、 Y >0 时，有X < Y，但$[X]_{补}>[Y]_{补}$。

第五章 5.10

- 5.10 设$[X]_{补} = a_0.a_1a_2a_3a_4a_5a_6$，其中$a_i$取0或1，若要X>-0.5，求$a_0$，$a_1$，$a_2$，……，$a_6$的取值。

- 解：根据补码结构特点知：

  (1) a_0为符号位，因此可任取0或1；

  (2) 当a_0=0时，为正数，必有X > -0.5，因此$a_1 \sim a_6$可任取0或1；

  (3) 当a_0=1时，为负数，必须有：$a_1=1$，$a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 = 1$

  （即 $a_2 \sim a_6$不全为0），才满足X > -0.5的条件。

- 评注：当X为负数，且X > -0.5时，其绝对值小于0.5，则据定义必有$[X]_{补} > (1.5)_{10}$。作此题需注意：

  ① 负数的绝对值越小，补码值越大；

  ② 临界值0.5不在题意要求的范围内，条件$a_2 \sim a_6$不全为0就是为此而设。

- 5.11 当十六进制数9AH，80H和FFH分别表示原码、补码、反码、移码和无符号数时，对应的十进制真值各为多少（设机器数采用一位符号位）？

- 解：真值和机器数的对应关系如下：

十六进制	真值	无符号数	原码	补码	反码	移码
9AH	二进制 十进制	1001 1010 154	-001 1010 -26	-110 0110 -102	-110 0101 -101	001 1010 26
80H	二进制 十进制	1000 0000 128	- 000 0000 - 0	-1000 0000 -128	-111 1111 -127	000 0000 0
FFH	二进制 十进制	1111 1111 255	-111 1111 -127	-000 0001 -1	-000 0000 -0	111 1111 127

- 注意：9AH、80H、FFH为机器数，本身含符号位。

- 5.12 设机器数字长为16位，写出下列各种情况下它能表示的数的范围。机器数采用一位符号位，答案均用十进制2的幂形式表示。

  (1) 无符号整数；
  (2) 原码表示的定点小数；
  (3) 补码表示的定点小数；
  (4) 原码表示的定点整数；
  (5) 补码表示的定点整数。

- 解：各种表示方法的数据范围如下：
  - （1）无符号整数：$0 \sim 2^{16}-1$，即：$0 \sim 65535$；
  - （2）原码定点小数：$-(1-2^{-15}) \sim 1-2^{-15}$
  - （3）补码定点小数：$-1 \sim 1-2^{-15}$
  - （4）原码定点整数：$-(2^{15}-1) \sim 2^{15}-1$

    即：$-32767 \sim 32767$；
  - （5）补码定点整数：$-2^{15} \sim 2^{15}-1$

    即：$-32768 \sim 32767$；

注意：

1）应写出可表示范围的上下限精确值（用≥或≤，不要用>或<）；

2）不要用十进制小数表示，不直观不精确且无意义；

3）原码正、负域对称，补码正、负域不对称。

- 5.13 设机器字长为8位（含一位符号位），分整数和小数两种情况讨论真值X为何值时，$[X]_{补}= [X]_{原}$成立。

- 解：当X为小数时，若$X \geq 0$，则据定义有
  $[X]_{补}=[X]_{原}$成立；
  若$X < 0$，则当$X= -1/2$时，
  $[X]_{补}=[X]_{原}$成立。
  当X为整数时，若$X \geq 0$，则
  $[X]_{补}=[X]_{原}$成立；
  若$X < 0$，则当$X= -64$时，
  $[X]_{补}=[X]_{原}$成立。

- 5.14 设机器数字长为8位（含1位符号位），对下列各机器数算术左移一位、两位，算术右移一位、两位，并讨论结果是否正确。

  $[x_1]_{原}=0.001\ 1010$；　$[x_2]_{原}=1.110\ 1000$

  $[y_1]_{补}=0.101\ 0100$；　$[y_2]_{补}=1.110\ 1000$

  $[z_1]_{反}=1.010\ 1111$；　$[z_2]_{反}=1.110\ 1000$

第五章 5.14

- 解：算术左移一位：

  $[x_1]_{原}$=0. 011 0100；正确

  $[y_1]_{补}$=0. 010 1000；溢出（丢1）出错

  $[z_1]_{反}$=1. 101 1111；溢出（丢0）出错

  算术左移两位：

  $[x_1]_{原}$=0. 110 1000；正确

  $[y_1]_{补}$=0. 101 0000；溢出（丢10）出错

  $[z_1]_{反}$=1. 011 1111；溢出（丢01）出错

  算术右移一位：

  $[x_1]_{原}$=0. 000 1101；正确

  $[y_1]_{补}$=0. 010 1010；正确

  $[z_1]_{反}$=1. 101 0111；正确

  算术右移两位：

  $[x_1]_{原}$=0.000 0110（10）；产生误差

  $[y_1]_{补}$=0.001 0101；正确

  $[z_1]_{反}$=1.110 1011；正确

第五章 5.14

- 解：算术左移一位：

  $[x_2]_{原}$=1. 101 0000；溢出（丢1）出错

  $[y_2]_{补}$=1. 101 0000；正确

  $[z_2]_{反}$=1. 101 0001；正确

  算术左移两位：

  $[x_2]_{原}$=1. 010 0000；溢出（丢11）出错

  $[y_2]_{补}$=1. 010 0000；正确

  $[z_2]_{反}$=1. 010 0011；正确

  算术右移一位：

  $[x_2]_{原}$=1.011 0100；正确

  $[y_2]_{补}$=1.111 0100；正确

  $[z_2]_{反}$=1.111 0100(0)；产生误差

  算术右移两位：

  $[x_2]_{原}$=1.001 1010；正确

  $[y_2]_{补}$=1.111 1010；正确

  $[z_2]_{反}$=1.111 1010(00)；产生误差

- 5.15 设带符号数$[Y]_{原}=[Y]_{反}=[Y]_{补}=1，011\ 0010$，分别对这个8位字长的机器数进行算术左移一位、二位，算术右移一位、二位，逻辑左移一位、二位，逻辑右移一位、二位的操作，比较两种移位运算的区别，并分析结果的真值变化、误差及溢出情况。

- 解：机器数移位结果如下：

注：表中“误差*”表示误差的绝对值。

$[Y]_{原}$=1，011 0010移位结果及分析

移位操作	溢出值	符号位	$[Y]_{原}$	丢掉值	十进制真值	结果分析
移位前		1	011 0010		-50	
逻辑右移1位		0	101 1001	0	+89	符号位移入MSB位引起错误，符号位破坏
算术右移1位		1	001 1001	0	-25	无误差，正确
逻辑右移2位		0	010 1100	10	+44	符号位移入数值位出错符号位破坏
算术右移2位		1	000 1100	10	-12	误差*=1/2，基本正确
逻辑左移1位	0	0	110 0100		+100	溢出出错，符号位破坏
算术左移1位	0	1	110 0100		-100	无溢出，正确
逻辑左移2位	1	1	100 1000		-72	溢出出错，正确值=-200
算术左移2位	1	1	100 1000		-72	溢出出错，正确值=-200

[Y]反=1，011 0010移位结果及分析

移位操作	溢出值	符号位	$[Y]_{反}$	丢掉值	十进制真值	结果分析
移位前		1	011 0010		-77	
逻辑右移1位		0	101 1001	0	+89	符号位移入MSB位引起错误，符号位破坏
算术右移1位		1	101 1001	0	-38	误差*=1/2，基本正确
逻辑右移2位		0	010 1100	10	+44	符号位移入数值位出错符号位破坏
算术右移2位		1	110 1100	10	-19	无误差，正确
逻辑左移1位	0	0	110 0100		+100	溢出出错，符号位破坏
算术左移1位	0	1	110 0100		-27	溢出出错，正确值=-155
逻辑左移2位	01	1	100 1000		-55	溢出出错，正确值=-311
算术左移2位	01	1	100 1000		-55	溢出出错，正确值=-311

$[Y]_{补}$=1，011 0010移位结果及分析

移位操作	溢出值	符号位	$[Y]_{补}$	丢掉值	十进制真值	结果分析
移位前		1	011 0010		-78	
逻辑右移1位		0	101 1001	0	+89	符号位移入MSB位引起错误，符号位破坏
算术右移1位		1	101 1001	0	-39	无误差，正确
逻辑右移2位		0	010 1100	10	+44	符号位移入数值位出错符号位破坏
算术右移2位		1	110 1100	10	-20	误差*=1/2，基本正确
逻辑左移1位	0	0	110 0100		+100	溢出出错，符号位破坏
算术左移1位	0	1	110 0100		-28	溢出出错，正确值=-156
逻辑左移2位	01	1	100 1000		-56	溢出出错，正确值=-312
算术左移2位	01	1	100 1000		-56	溢出出错，正确值=-312

- 5.16 设X_1=0.01 1100 0010，Y_1=-0.01 1100 0010；
  X_2=0.01 1100 1100，Y_2=-0.01 1100 1100；
  X_3=0.01 1100 0101；Y_3=-0.01 1100 0101
- 分别用原码和补码表示，如果只要求8位字长，请采用截断法、恒置1法和0舍1入法对每一个操作数进行舍入，并对舍入结果进行比较。

- 解：先将真值X_1~X_3、Y_1~Y_3表示成机器码形式，再进行舍入。为方便比较，舍入结果用表格列出。注意相同下标的X_i、Y_i互为相反数，LSB*则表示误差方向是相对于最低有效位LSB的绝对值而言，正误差使绝对值增大，负误差使绝对值缩小。

不同舍入方法的比较

舍入前（11位）	舍入后（8位）	丢掉位	结果真值	误差分析
$[X_1]_{原}=[X_1]_{补}=X_1$ =0.011 1000 010	截断=0舍1入 =0.011 1000 (舍) 恒置1=0.011 1001 (入)	010	0.011 1 0.011 1001	-1/4LSB* +3/4LSB*
$[Y_1]_{原}$=1.011 1000 010	截断=0舍1入 =1.011 1000 (舍) 恒置1=1.011 1001 (入)	010	-0.011 1 -0.011 1001	-1/4LSB* +3/4LSB*
$[Y_1]_{补}$=1.100 0111 110	截断=恒置1 =1.100 0111 (入) 0舍1入=1.1001000 (舍)	110	-0.011 1001 -0.011 1	+3/4LSB* -1/4LSB*
$[X_2]_{原}=[X_2]_{补}=X_2$ =0.011 1001 100	截断=恒置1 =0.011 1001 (舍) 0舍1入=0.011 1010 (入)	100	0.011 1001 0.011 101	-1/2LSB* +1/2LSB*
$[Y_2]_{原}$=1.011 1001 100	截断=恒置1 =1.011 1001 (舍) 0舍1入=1.011 1010 (入)	100	-0.011 1001 -0.011 101	-1/2LSB* +1/2LSB*
$[Y_2]_{补}$=1.100 0110 100	截断=0舍1入 =1.100 0110 (舍) 恒置1=1. 100 0111 (舍)	100	-0.011 101 -0.011 1001	+1/2LSB* -1/2LSB*
$[X_3]_{原}=[X_3]_{补}=X_3$ =0.011 1000 101	截断=0.011 1000 (舍) 恒置1=0舍1入 =0.011 1001 (入)	101	0.011 1 0.011 1001	-5/8LSB* +3/8LSB*
$[Y_3]_{原}$=1.011 1000 101	截断=1.011 1000 (舍) 恒置1=0舍1入 =1.011 1001 (入)	101	-0.011 1 -0.011 1001	-5/8LSB* +3/8LSB*
$[Y_3]_{补}$=1.100 0111 011	截断=恒置1=0舍1入 =1. 100 0111 (入)	011	-0.011 1001	+3/8LSB*

- 5.17 设机器数字长为8位（含1位符号位），用补码加减运算规则计算下列各题，并指出是否溢出。

  （1） X = - 17/32，Y = 19/64，求X-Y；

  （2） X = - 21/32，Y = -67/128，求X+Y；

  （3） X = 97，Y = -54，求X-Y；

  （4） X = 118，Y = - 36，求X+Y。

第五章 5.17（1）

- 解:

（1） $X = -17/32 = (-0.100\ 0100)_2$

$Y = 19/64 = (0.010\ 0110)_2$

$[X]_{补} = 1.011\ 1100$

$[Y]_{补} = 0.010\ 0110$，$[-Y]_{补} = 1.101\ 1010$

$$
\begin{array}{rr}
[X-Y]_{补} = & 1.011\ \ 1100 \\
+ & 1.101\ \ 1010 \\
\hline
 & 1.001\ \ 0110
\end{array}
$$
——无溢出

$X-Y = (-0.110\ 1010)_2 = -53/64$

- 解:

(2) $X = -21/32 = (-0.101\ 0100)_2$

$Y = -67/128 = (-0.100\ 0011)_2$

$[X]_{补} = 1.010\ 1100$

$[Y]_{补} = 1.011\ 1101$

$$
\begin{array}{rr}
[X+Y]_{补} = & 1.0\,1\,0\ \ 1\,1\,0\,0 \\
+ & 1.0\,1\,1\ \ 1\,1\,0\,1 \\
\hline
 & 0.1\,1\,0\ \ 1\,0\,0\,1
\end{array}
\text{——溢出}
$$

$X+Y = (-1.001\ 0111)_2 = -\ 151/128$

第五章 5.17 (3)

❒ 解:

(3) $X = 97 = (110\ 0001)_2$

$Y = -54 = (-11\ 0110)_2$

$[X]_{补} = 0,110\ 0001$

$[Y]_{补} = 1,100\ 1010$， $[-Y]_{补} = 0,011\ 0110$

$$
\begin{array}{r}
[X-Y]_{补} = 0,\ 1\,1\,0\ \ 0\,0\,0\,1 \\
+\ \ 0,\ 0\,1\,1\ \ 0\,1\,1\,0 \\
\hline
1,\ 0\,0\,1\ \ 0\,1\,1\,1
\end{array}
$$

—— 溢出

$X-Y = (+1001\ 0111)_2 = 151$

- 解：

(4) $X = 118 = (111\ 0110)_2$

$Y = -36 = (-10\ 0100)_2$

$[X]_{补} = 0,111\ 0110$

$[Y]_{补} = 1,101\ 1100$

$$
\begin{array}{lr}
[X+Y]_{补} = & 0,\ 111\ \ 0110 \\
+ & 1,\ 101\ \ 1100 \\
\hline
 & 0,\ 101\ \ 0010
\end{array}
$$
——无溢出

$X+Y = (+101\ 0010)_2 = 82$

- 注意：① 单符号位运算要用单符号位的判溢出方法；
② 结果的真值形式上要和原始数据一致。

- 5.18 用原码一位乘法和补码一位乘比较法、两位乘比较法计算X×Y。
  (1) X= 0.110 111，Y= -0.101 110；
  (2) X= -0.010 111，Y= -0.010 101；

- 解：
- 先将数据转换成所需的机器数，然后计算，最后结果转换成真值。
  (1) $[X]_{原}=X=0.110111$，$[Y]_{原}=1.101110$
  $X^*=0.110111$，　　$Y^*=0.101110$
  $X_0=0$，$Y_0=1$，$Z_0=X_0 \oplus Y_0=0 \oplus 1=1$
  $X^* \times Y^*=0.100\ 111\ 100\ 010$
  $[X \times Y]_{原}=1.100\ 111\ 100\ 010$
  $X \times Y= -0.100\ 111\ 100\ 010$

第五章 5.18 (1) 原码一位乘

	部分积	乘数Y*	
	0.000 000	.1 0 1 1 1 0	—— +0
→1	0.000 000	0 .1 0 1 1 1	—— +X*
+	0.110 111		
	0.110 111		
→1	0.011 011	1 0 .1 0 1 1	—— +X*
+	0.110 111		
	1.010 010		
→1	0.101 001	0 1 0 .1 0 1	—— +X*
+	0.110 111		
	1.100 000		
→1	0.110 000	0 0 1 0 .1 0	—— +0
→1	0.011 000	0 0 0 1 0 .1	—— X*
+	0.110 111		
	1.001 111		
→1	0.100 111	1 0 0 0 1 0	

第五章 5.18（1）补码乘

$[X]_{补}=X=0.110111$
$[Y]_{补}=1.010010$
$[-X]_{补}=1.001001$
$[2X]_{补}=01.101110$
$[-2X]_{补}=10.010010$

$[X\times Y]_{补}=1.011\ 000\ 011\ 110\ 0$
$X\times Y=-0.100\ 111\ 100\ 010\ 0$

补码一位乘、两位乘运算过程如下：

第五章 5.18（1）补码一位乘

	部分积	乘数$[Y]_补$	Y_n	Y_{n+1}	
	00.000 000	1.010 01	0	0	+0
→1	00.000 000	0 1.01 00	1	0	
+	11.001 001				$+[-X]_补$
	11.001 001				
→1	11.100 100	1 0 1.0 1 0	0	1	
+	00.110 111				$+[X]_补$
	00.011 011				
→1	00.001 101	1 1 0 1 .0 1	0	0	+0
→1	00.000 110	1 1 1 0 1.0	1	0	
+	11.001 001				$+[-X]_补$
	11.001 111				
→1	11.100 111	1 1 1 1 0 1.	0	1	
+	00.110 111				$+[X]_补$
	00.011 110				
→1	00.001 111	0 1 1 1 1 0	1	.0	
+	11.001 001				$+[-X]_补$
	11.011 000	0 1 1 1 1 0	0		清0

第五章 5.18 （1）补码两位乘法

部分积	乘数$[Y]_补$	$Y_{n-1}Y_nY_{n+1}$
000.000 000	11.0 1 0 0	1 0 0
+ 110.010 010		$+[-2X]_补$
110.010 010		
→2 111.100 100	10 1 1.0 1	0 0 1
+ 000.110 111		$+[X]_补$
000.011 011		
→2 000.000 110	11 1 0 1 1.	0 1 0
+ 000.110 111		$+[X]_补$
000.111 101		
→2 000.001 111	01 1 1 1 0	1 1 .0
+ 111.001 001		$+[-X]补$
111.011 000	01 1 1 1 0	0 0 清0

第五章 5.18

结果同补码一位乘， X·Y= -0. 100 111 100 010 00

第五章 5.18 (2)

（2） $X= -0.010111$， $Y= -0.010101$

$[X]_{原}=1.010111$， $[Y]_{原}=1.010101$

$X^*=0.010111$， $Y^*=0.010101$

$[-X^*]_{补}=1.101001$

$X_0=1$， $Y_0=1$， $Z_0=X_0 \oplus Y_0=1 \oplus 1=0$

$[X]_{补}=1.101001$， $[Y]_{补}=1.101011$

$[-X]_{补}=0.010111$， $[2X]_{补}=1.010010$

$[-2X]_{补}=0.101110$

$X^* \times Y^*=0.000\ 111\ 100\ 011$

$[X \times Y]_{原}=0.000\ 111\ 100\ 011$

$[X \times Y]_{补}=0.000\ 111\ 100\ 011\ 0$

$X \times Y= 0.000\ 111\ 100\ 011$

运算过程如下：

第五章 5.18 (2) 原码一位乘

部分积	乘数Y*	
0.000 000	.0 1 0 1 0 1	+X*
+ 0.010 111		
0.010 111		
→1 0.001 011	1 .0 1 0 1 0	+0
→1 0.000 101	1 1 .0 1 0 1	+X*
+ 0.010 111		
0.011 100		
→1 0.001 110	0 1 1 .0 1 0	+0
→1 0.000 111	0 0 1 1 .0 1	+X*
+ 0.010 111		
0.011 110		
→1 0.001 111	0 0 0 1 1 .0	+0
→1 0.000 111	1 0 0 0 1 1	

第五章 5.18 (2) 补码一位乘

	部分积	乘数$[Y]_{补}$	Y_n	Y_{n+1}	
	00.000 000	1.1 0 1 0 1	1	0	
+	00.010 111				$+[-X]_{补}$
	00.010 111				
→1	00.001 011	1 1.1 0 1 0	1	1	+0
→1	00.000 101	1 1 1.1 0 1	0	1	
+	11.101 001				$+[X]_{补}$
	11.101 110				
→1	11.110 111	0 1 1 1 .1 0	1	0	
+	00.010 111				$+[-X]_{补}$
	00.001 110				
→1	00.000 111	0 0 1 1 1.1	0	1	
+	11.101 001				$+[X]_{补}$
	11.110 000				
→1	11.111 000	0 0 0 1 1 1.	1	0	
+	00.010 111				$+[-X]_{补}$
	00.001 111				
→1	00.000 111	1 0 0 0 1 1	1	.1	+0

清0

第五章 5.18 (2) 补码两位乘

	部分积	乘数	$Y_{n-1}Y_n$ Y_{n+1}
	000.000 000	11.101	0 11 0
+	000.010 111		+[-X]补
	000.010 111		
→2	000.000 101	11 11.1	0 10 1
+	000.010 111		+[-X]补
	000.011 100		
→2	000.000 111	00 11 1	1.10 1
+	000.010 111		+[-X]补
	000.011 110		
→2	000.000 111	10 00 1	1 11 .1
			+0，清0

结果同补码一位乘， X×Y= 0. 000 111 100 011 00

- 5.19 用原码加减交替除法和补码加减交替除法计算X÷Y。
  （1）X=-0.10101， Y=0.11011；
  （2）X=13/32， Y= -27/32。

- 解：

（1）$[X]_{原} = 1.101\ 01$，$X^* = 0.101\ 01$

$Y^* = [Y]_{原} = Y = 0.110\ 11$

$[-Y^*]_{补} = 1.001\ 01$

$Q_0 = X_0 \oplus Y_0 = 1 \oplus 0 = 1$

$X^* \div Y^* = 0.110\ 00$，$[X \div Y]_{原} = 1.110\ 00$

$X \div Y = -0.110\ 00$，

$R^* = 0.110\ 00 \times 2^{-5} = 0.000\ 001\ 100\ 0$

计算过程如下：

第五章 5.19 (1) 原码加减交替除法

被除数/余数	商
0.101 01	0.000 00
+ 1.001 01	试减，$+[-Y^*]_{补}$
1.110 10	
1← 1.101 00	0.
+ 0.110 11	R<0，+Y*
0.011 11	
1← 0.111 10	0.1
+ 1.001 01	R>0，$+[-Y^*]_{补}$
0.000 11	
1← 0.001 10	0.11
+ 1.001 01	R>0，$+[-Y^*]_{补}$
1.010 11	
1← 0.101 10	0.1 10
+ 0.110 11	R<0，+Y*
1.100 01	
1← 1.000 10	0.11 00
+ 0.110 11	R<0，+Y*
1.111 01	1← 0.110 00
+ 0.110 11	R<0，+Y*（恢复余数）
0.110 00	

$X = -0.101\ 01$， $Y = 0.110\ 11$

$[X]_{补} = 1.010\ 11$

$[Y]_{补} = y = 0.110\ 11$

$[-Y]_{补} = 1.001\ 01$

$[X \div Y]_{补} = 1.001\ 11$

$X \div Y = -0.110\ 01$

$[R]_{补} = 1.010\ 00$

$R = -0.000\ 001\ 100\ 0$

运算过程如下：

第五章 5.19 (1) 补码加减交替除法

被除数/余数	商
11.010 11	0.000 00
+ 00.110 11	试减，X、Y异号，+[Y]补
00.001 10	
1← 00.011 00	1.
+ 11.001 01	R、Y同号，+[-Y]补
11.100 01	
1← 11.000 10	1.0
+ 00.110 11	R、Y异号， +[Y]补
11.111 01	
1← 11.110 10	1.0 0
+ 00.110 11	R、Y异号， +[Y]补
00.101 01	
1← 01.010 10	1.001
+ 11.001 01	R、Y同号， +[-y]补
00.011 11	
1← 00.111 10	1.0 011
+ 11.001 01	R、Y同号，+[-Y]补
00.000 11	1← 1.0 0111 —— 恒置1
+ 11.001 01	R、X异号，恢复余数
11.010 00	且R、Y同号，+[-Y]补

注：恒置1引入误差。

- $X=13/32=(0.011\ \ 01)_2$

  $Y=-27/32=(-0.110\ \ 11)_2$

  $X^*=[X]_{原}=X=0.011\ \ 01$

  $[Y]_{原}=1.110\ \ 11$

  $Y^*=0.110\ \ 11$

  $[-Y^*]_{补}=1.001\ \ 01$

  $Q_0=X_0\oplus Y_0=0\oplus 1=1$

  $X^*\div Y^*=0.011\ \ 11$

  $[X\div Y]_{原}=1.011\ \ 11$

  $X\div Y=(-0.011\ \ 11)_2=-15/32$

  $R^*=0.010\ \ 11\times 2^{-5}=0.000\ \ 000\ \ 101\ \ 1$

  运算过程如下：

第五章 5.19 (2) 原码加减交替除法

被除数/余数	商
0.011 01	0.000 00
+ 1.001 01	试减，+[-Y*]$_{补}$
1.100 10	
1← 1.001 00	0.
+ 0.110 11	R<0， +Y*
1.111 11	
1← 1.111 10	0.0
+ 0.110 11	R<0， +Y*
0.110 01	
1← 1.100 10	0.0 1
+ 1.001 01	R>0， +[-Y*]$_{补}$
0.101 11	
1← 1.011 10	0.011
+ 1.001 01	R>0， +[-Y*]$_{补}$
0.100 11	
1← 1.001 10	0.0 111
+ 1.001 01	R>0， +[-Y*]$_{补}$
0.010 11	1← 0.01 111
	R>0， 结束

$X=13/32=(0.011\ \ 01)_2$

$Y= -27/32=(-0.110\ \ 11)_2$

$[X]_{补}= x=0.\ 011\ \ 01$

$[Y]_{补}= 1.001\ \ 01$

$[-Y]_{补}= 0.110\ \ 11$

$[X÷Y]_{补}=1.100\ \ 01$

$X÷Y =(-0.011\ \ 11)_2 = -15/32$

$[R]_{补}=0.010\ \ 11$

$R=R^*=0.000\ \ 000\ \ 101\ \ 1$

运算过程如下：

第五章 5.19 (2) 补码加减交替除法

被除数（余数）	商
00.011 01	0.000 00
+ 11.001 01	试减，X、Y异号，$+[Y]_{补}$
11.100 10	
1← 11.001 00	1.
+ 00.110 11	R、Y同号，$+[-Y]_{补}$
11.111 11	
1← 11.111 10	1.1
+ 00.110 11	R、Y同号，$+[-Y]_{补}$
00.110 01	
1← 01.100 10	1.10
+ 11.001 01	R、Y异号，$+[Y]_{补}$
00.101 11	
1← 01.011 10	1.100
+ 11.001 01	R、Y异号，$+[Y]_{补}$
00.100 11	
1← 01.001 10	1.1 000
+ 11.001 01	R、Y异号，$+[Y]_{补}$
00.010 11	1← 1.1 0001 —— 恒置1
	R、X同号，结束

- 5.20 设机器字长为16位（含1位符号位），若一次移位需1μs，一次加法需1 μs，试问原码一位乘法、补码一位乘法、原码加减交替除法和补码加减交替除法最多各需多少时间?

- 解:

原码一位乘最多需时=1μs×15(加)+1μs×15(移位)=30μs

补码一位乘最多需时= 1μs×16 + 1μs×15 = 31μs

原码加减交替除最多需时= 1μs×(16+1) +1μs×15=32μs

补码加减交替除最多需时= 1μs×(16+1) +1μs×15=32μs

第五章 5.21

- **5.21 分别用8421码加法和余3码加法求57+48=？316+258=？要求列出竖式计算过程。**
- **解：** $(57)_{BCD}$ = 0101，0111；$(48)_{BCD}$ = 0100，1000
  $(57)_{E3}$ = 1000，1010；$(48)_{E3}$ = 0111，1011
  $(316)_{BCD}$ =0011，0001，0110；$(258)_{BCD}$ =0010，0101，1000
  $(316)_{E3}$ = 0110，0100，1001；$(258)_{E3}$ = 0101，1000，1011
- 为清楚起见，这里将各位BCD码之间用逗号隔开。
- 加法过程如下：

- 57+48的8421码加法过程：

```
      0101，0111 ——57
  +   0100，1000 ——48
  ------------------
      1001，1111 ——低位无进位
  +         0110 ——+6修正
  ------------------
      1010，0101 ——低位进到高位，高位无进位
+     0110       ——高位+6修正
------------------------
0001，0000，0101 ——105
```

- 57+48的余3码加法过程：

```
         1000，1010 —— 57
       + 0111，1011 —— 48
       -------------
      1，0000，0101
+ 0011，0011，0011   —— 有进位+3（+0011），无进位-3（+1101）
--------------------
  0100，0011，1000   —— 105
```

第五章 5.21

❒ **316+258的8421码加法过程：**

```
  0011，0001，0110 ——316
+ 0010，0101，1000 ——258
--------------------
  0101，0110，1110 ——低位无进位
+                0110 —— +6修正
--------------------
  0101，0111，0100 ——574
```

❒ **316+258的余3码加法过程：**

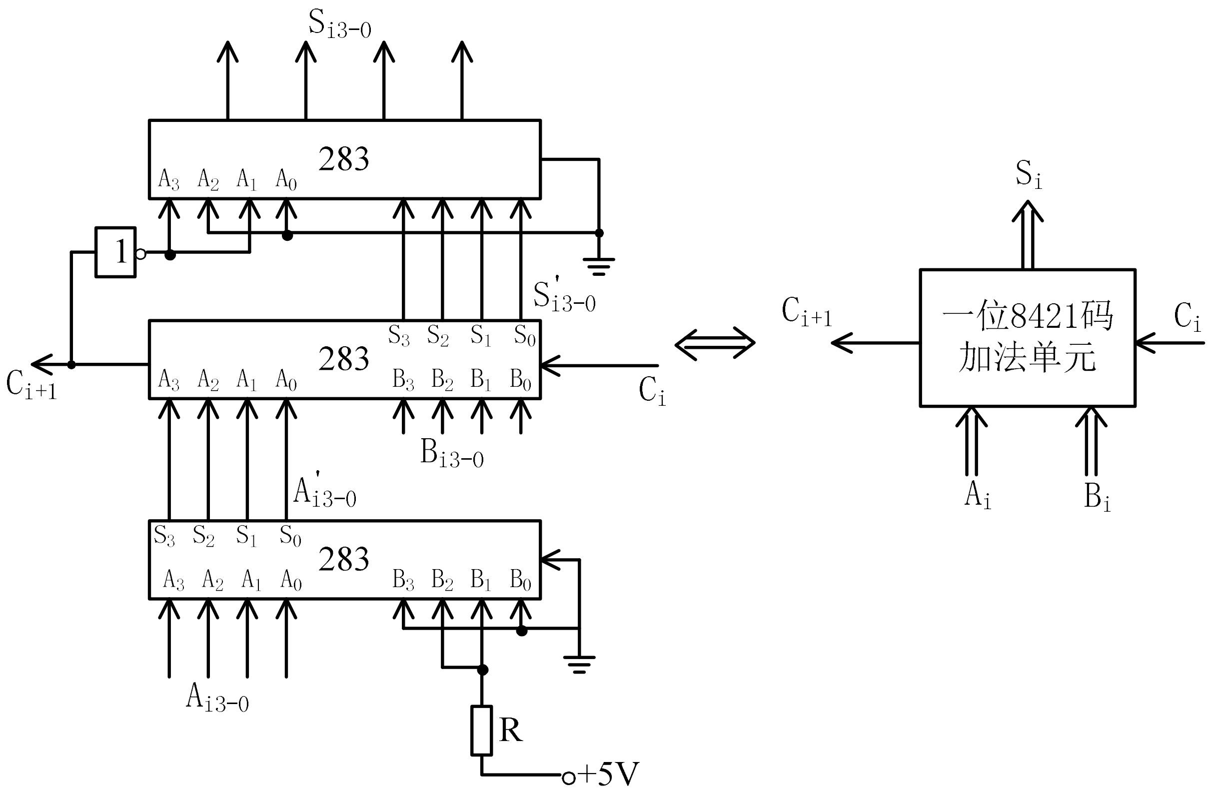
```
  0110，0100，1001      —— 316
+ 0101，1000，1011      —— +258
--------------------
  1011，1101，0100
+ 1101，1101，0011      —— 有进位+3（+0011），无进位-3（+1101）
--------------------
  1000，1010，0111      —— 574
```

- 5.22 用预加6方案设计一位8421码加法单元，并以设计好的加法单元为模块，进一步设计一个4位的8421码加法器。

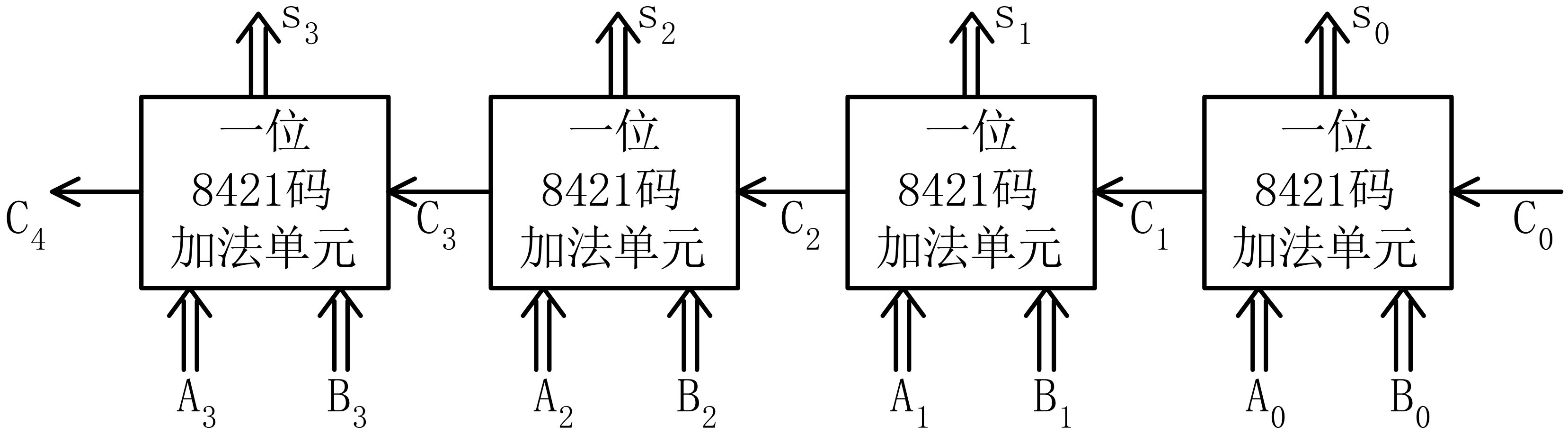
- 解：预加6方案一位8421码加法器算法分析：
  ① 相加前，对其中一个加数预加6；
  ② 做二进制加法；
  ③ 十进制进位自动产生；
  ④ 有进位时，不修正；
  ⑤ 无进位时，减6修正（+1010）。

- 一位8421码加法单元线路见下页：（采用MSI芯片74LS283设计）

一位预加6方案8421码加法单元线路图



- 用一位8421码加法器作基本加法单元，4位8421码加法器线路如下：



- 5.23 (1) 设计一个一位的余3码加法器，并分析其修正规律；
  (2) 用8位并行二进制加法器实现2位余3码加法，试提出你的方案。

- 解：
- (1) 由一位余3码加法和的修正关系表可得：

一位余3码加法修正规律： 无进位，-3（+1101）修正；
有进位，+3（+0011）修正。

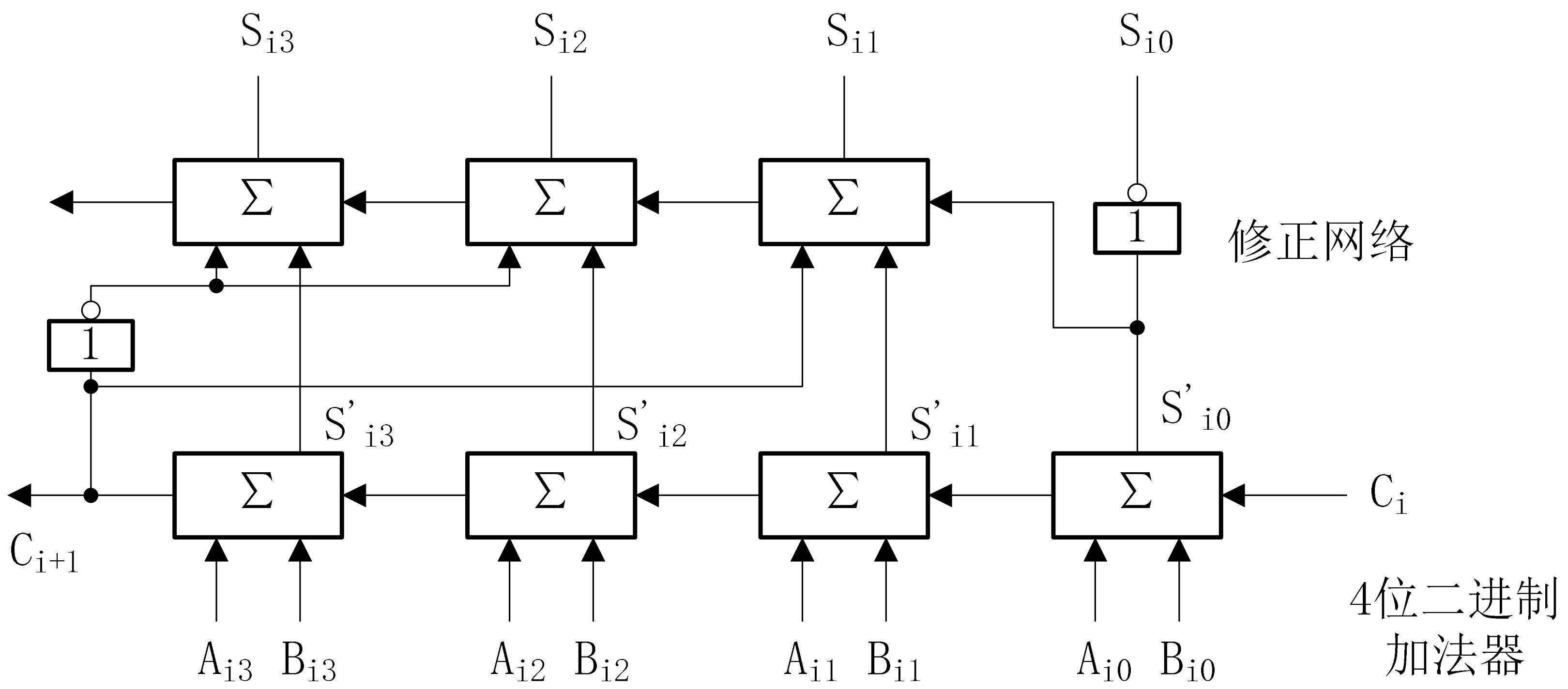
一位余3码加法器结构：

由两级4位二进制加法器组成，第一级常规的二进制加法器实现二进制加法，第二级简化的二进制加法器实现+3、-3修正，加减3的控制由第一级加法器的进位信号完成。线路实现既可采用SSI加法器件，也可采用MSI芯片。设计方案如下：

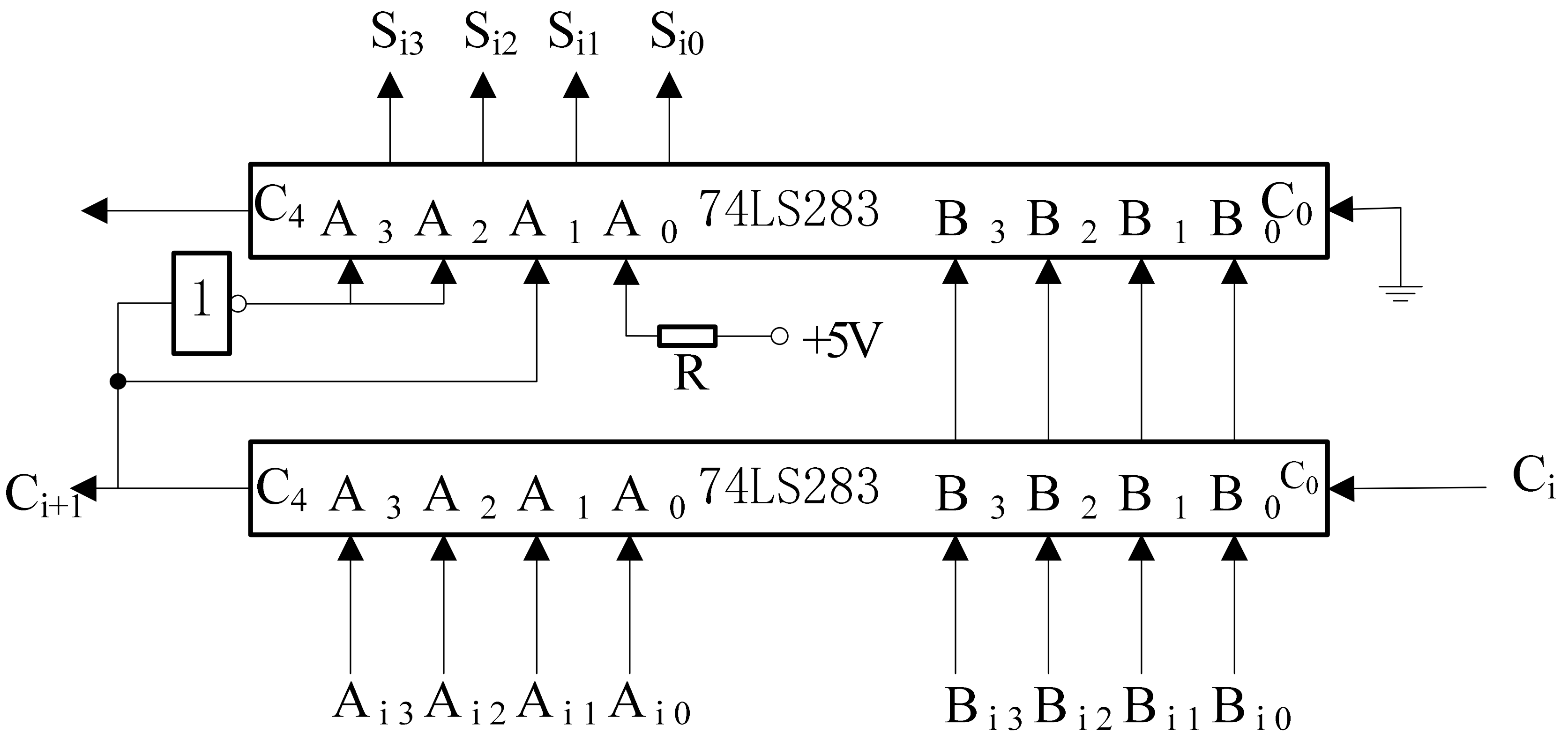
方案一： 采用SSI全加器构成，线路见下页。

第五章 5.23 (1) SSI设计

采用SSI全加器设计方案的线路图

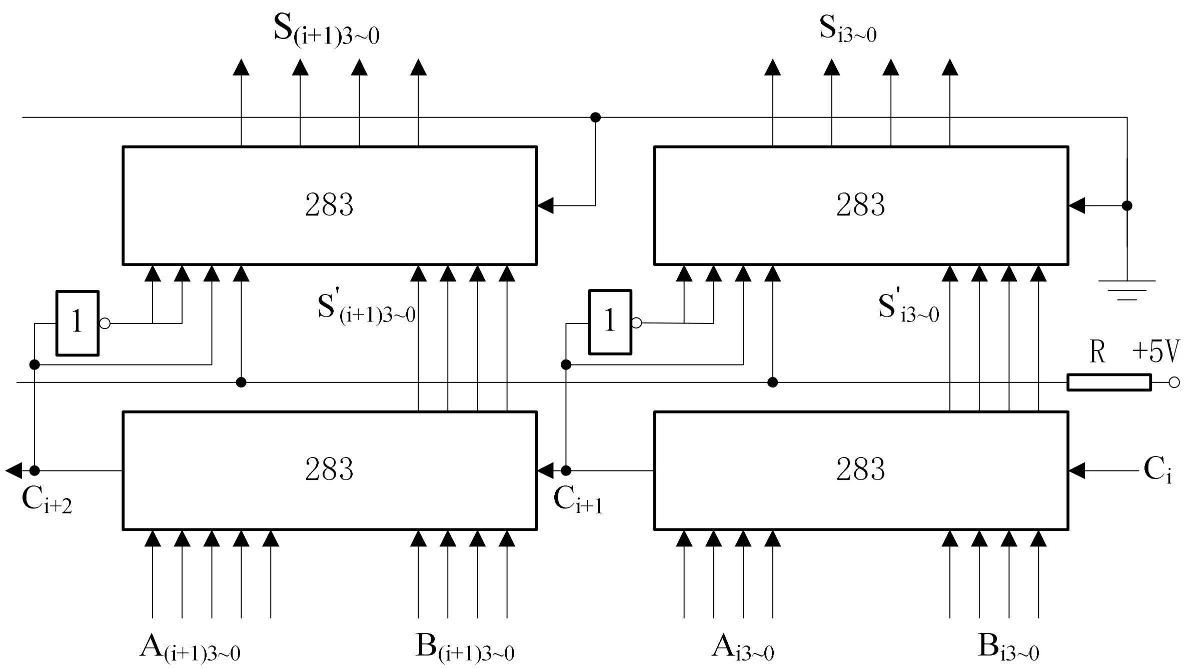


□ **方案二：采用4位先行进位二进制加法器MSI芯片构成（74LS283，也可选其他MSI加法器），线路如下：**



第五章 5.23 (2)

- (2) 2位余3码加法实现方案：用两个一位余3码加法器作为加法单元，采用较简单的串行进位方式，构成2位余3码加法线路（也可采用其他进位方式，进位原理与n位二进制加法器基本一样）。此方法也适用于n位余3码加法器的构成。线路结构如下：



Computer Science Technology

- 5.24 有下列16位字长的逻辑数（八进制表示）：

  A = 000 377；B = 123 456；C = 054 321。

  试计算：$X_1 = (B \oplus C) \cdot A$；

  $X_2 = /(/B \cdot /C) + A$；

  $X_3 = (A \oplus B) + /(A \cdot C)$；

  $X_4 = (A \oplus B) \oplus C$；

- 解：

  X_1=000 377；

  X_2=177 777；

  X_3=177 777；

  X_4=177 400

第五章 5.25

- 5.25 设4位二进制加法器进位信号为$C_4C_3C_2C_1$，最低位进位输入为C_0；输入数据为$A_3A_2A_1A_0$和$B_3B_2B_1B_0$；进位生成函数为$g_3g_2g_1g_0$，进位传递函数为$p_3p_2p_1p_0$；请分别按下述两种方式写出$C_4C_3C_2C_1$的逻辑表达式：

  (1) 串行进位方式；(2) 并行进位方式。

- 解：

  令 $g_i=A_iB_i$；$p_i=A_i\oplus B_i$；（i=0，1，2，3） 则

  (1) 串行进位方式：

  $C_1= g_0+ p_0C_0$；
  $C_2= g_1+ p_1C_1$；
  $C_3= g_2+ p_2C_2$；
  $C_4= g_3+ p_3C_3$；

  (2) 并行进位方式：

  $C_1= g_0+ p_0C_0$
  $C_2= g_1+ p_1g_0+ p_1p_0C_0$
  $C_3= g_2+ p_2g_1+ p_2p_1g_0+ p_2p_1p_0C_0$
  $C_4= g_3+ p_3g_2+ p_3p_2g_1+ p_3p_2p_1g_0+ p_3p_2p_1p_0C_0$

- 5.26 设机器字长为32位，用与非门和与或非门设计一个并行加法器（假设与非门的延迟时间为10ns，与或非门的延迟时间为15ns），要求完成32位加法时间不得超过0.2μs。画出进位线路逻辑框图及加法器逻辑框图。

- **解：首先根据题意要求选择进位方案：**

1）若采用串行进位链（行波进位），则在g_i、p_i函数的基础上，实现32位进位需要的时间为：

$$T=2ty\times 32=64ty=64\times 10=640ns=0.64\mu s$$

不满足0.2μs的加法时间限制，不能用。

（设1ty=10ns）

2）若采用成组先行-级联进位方式，则在g_i、p_i的基础上，4位一组分组，小组内部先行进位，小组间串行进位，则32位进位需：

$T=2.5ty\times8$组$=20ty=20\times10=200ns=$ **0.2μs**

刚好满足0.2μs加法时间的限制。

考虑到一次加法除进位时间外，还需g_i、p_i函数的产生时间、和的产生时间（最高位和）等因素，故此进位方案仍不适用。

结论：若采用成组先行-级联进位，小组规模需在**6位**以上较为合适。即：

$T=2.5ty\times6$组$=15ty=15\times10=150ns=$ **0.15μs**

除进位外还有**50ns**（约5ty）左右的时间供加法开销，较充裕。

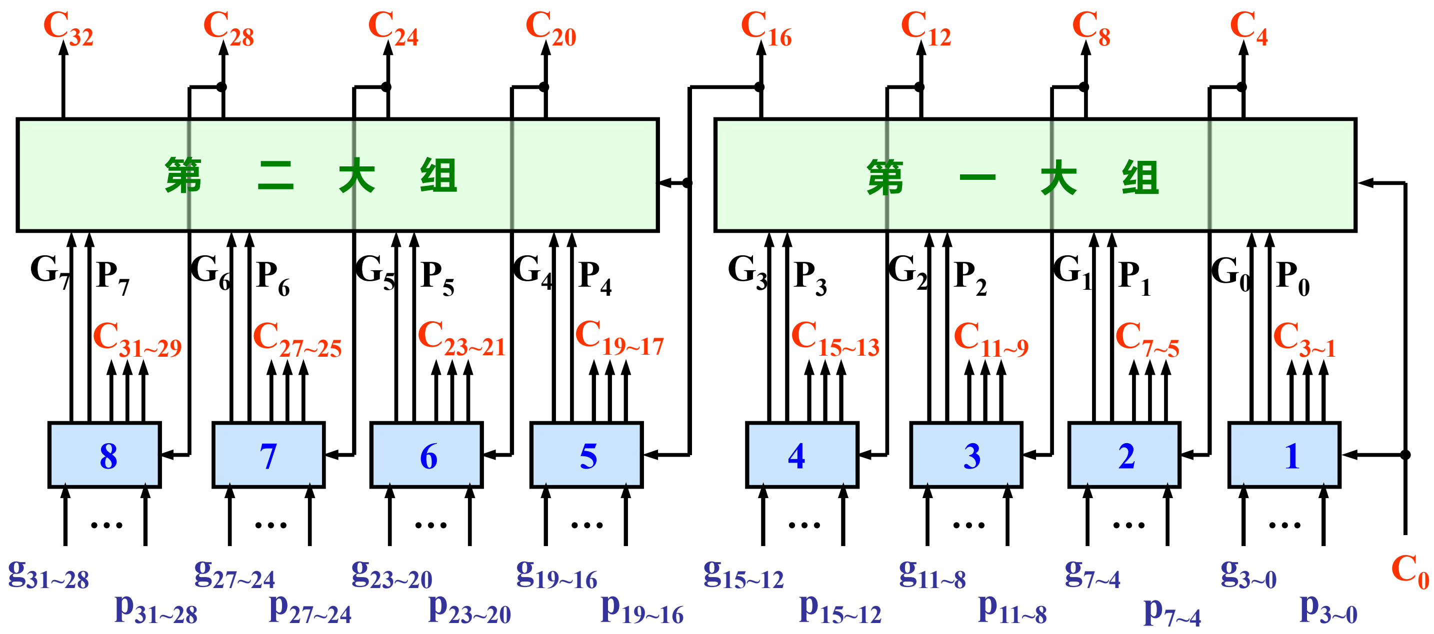
3）若采用二级先行-级联进位方式，4位一小组，4小组为一大组分组。小组内部先行进位，小组间即大组内也先行进位，大组间串行进位，则32位进位需：

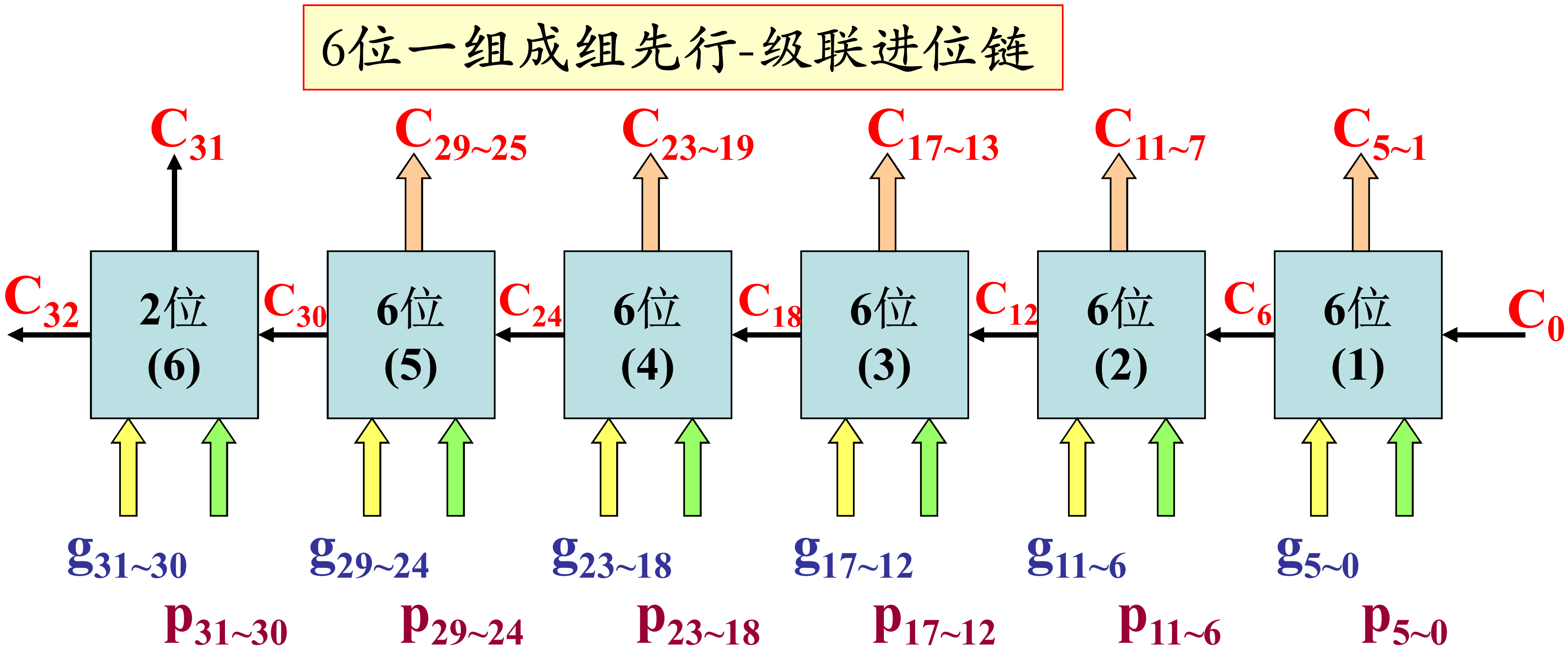
$T=2.5ty\times 4$级$=10ty=10\times 10=100ns$

完全满足0.2μs的加法时间限制，可以使用。

进位线路及加法器逻辑框图如下页。

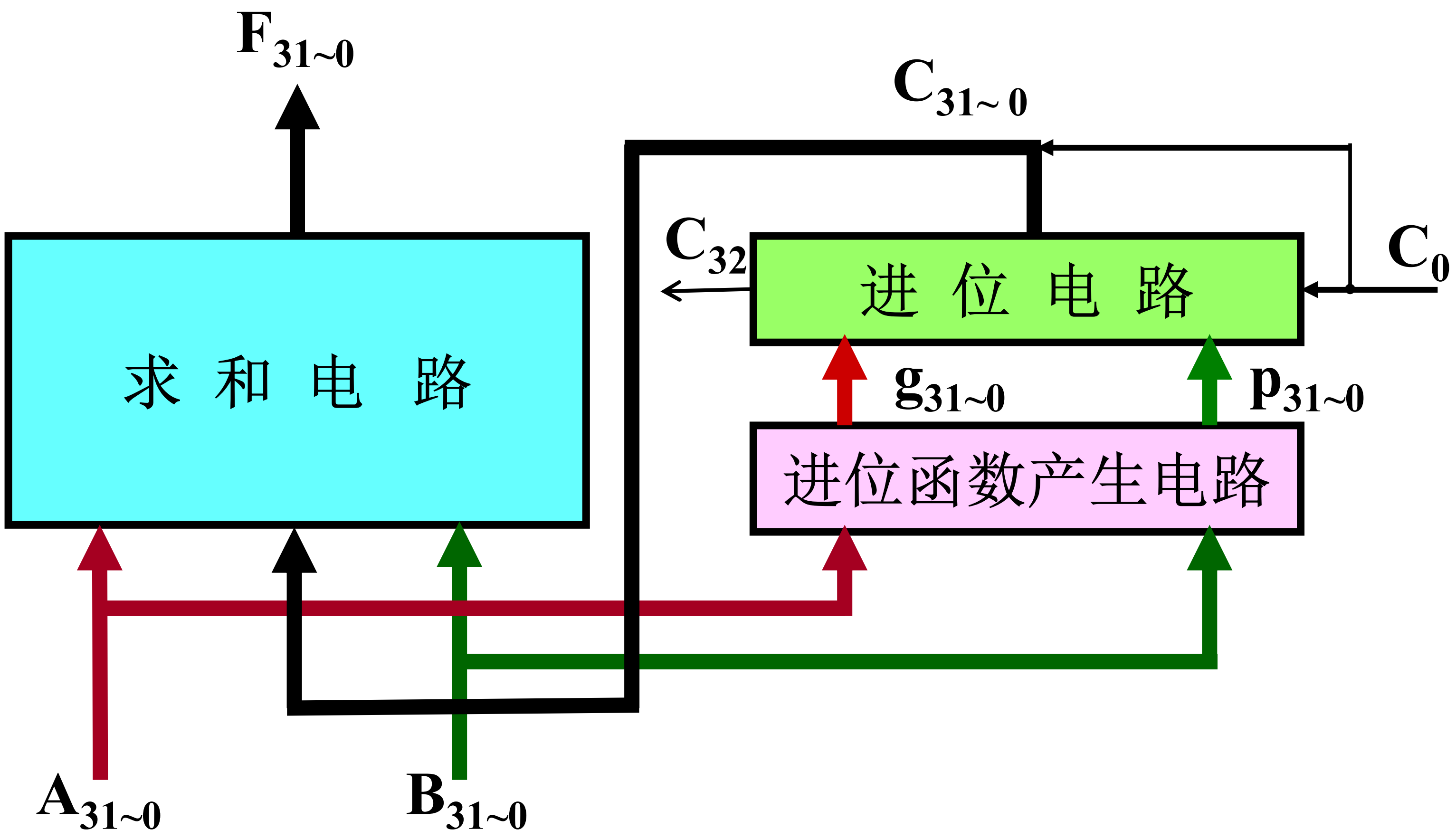
32位二级先行-级联进位线路





注：为讨论方便，上述电路忽略门电路扇入系数的影响。另外，一个完整的加法器还应考虑g_i、p_i产生电路、求和电路等。

32位加法器逻辑框图：图中进位电路可选上述两种方案之一



□ 5.27 设机器字长为16位，分别按4、4、4、4和3、5、3、5分组后，

（1）画出两种分组方案的成组先行-级联进位线路框图，并比较哪种方案运算速度快。

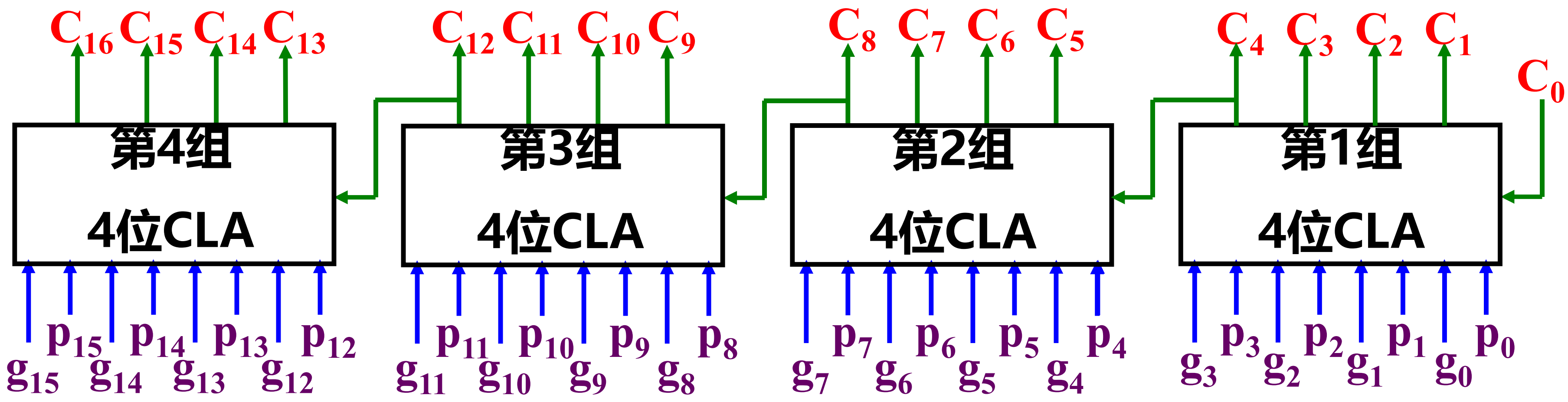
（2）画出两种分组方案的二级先行进位线路框图，并对这两种方案的速度进行比较。

（3）用74181和74182画出成组先行-级联进位和二级先行进位的并行进位线路框图。

解：

（1）4-4-4-4分组的16位成组先行-级联进位线路框图见下页。

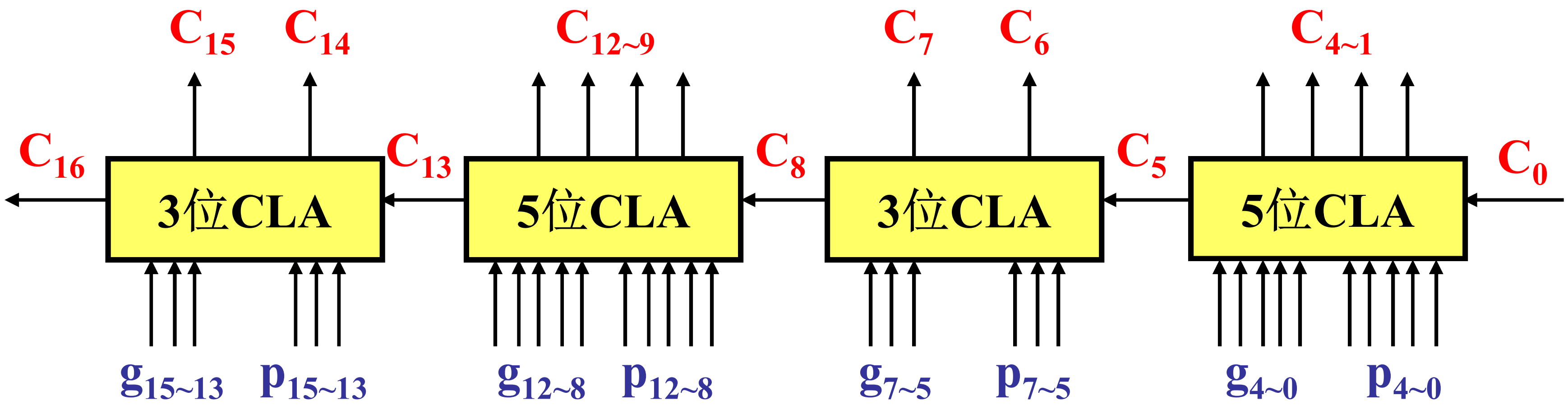
4-4-4-4分组16位成组先行-级联进位线路框图



- 4-4-4-4分组16位成组先行-级联进位线路最长进位延迟时间为： $2.5t_y \times 4 = 10t_y$

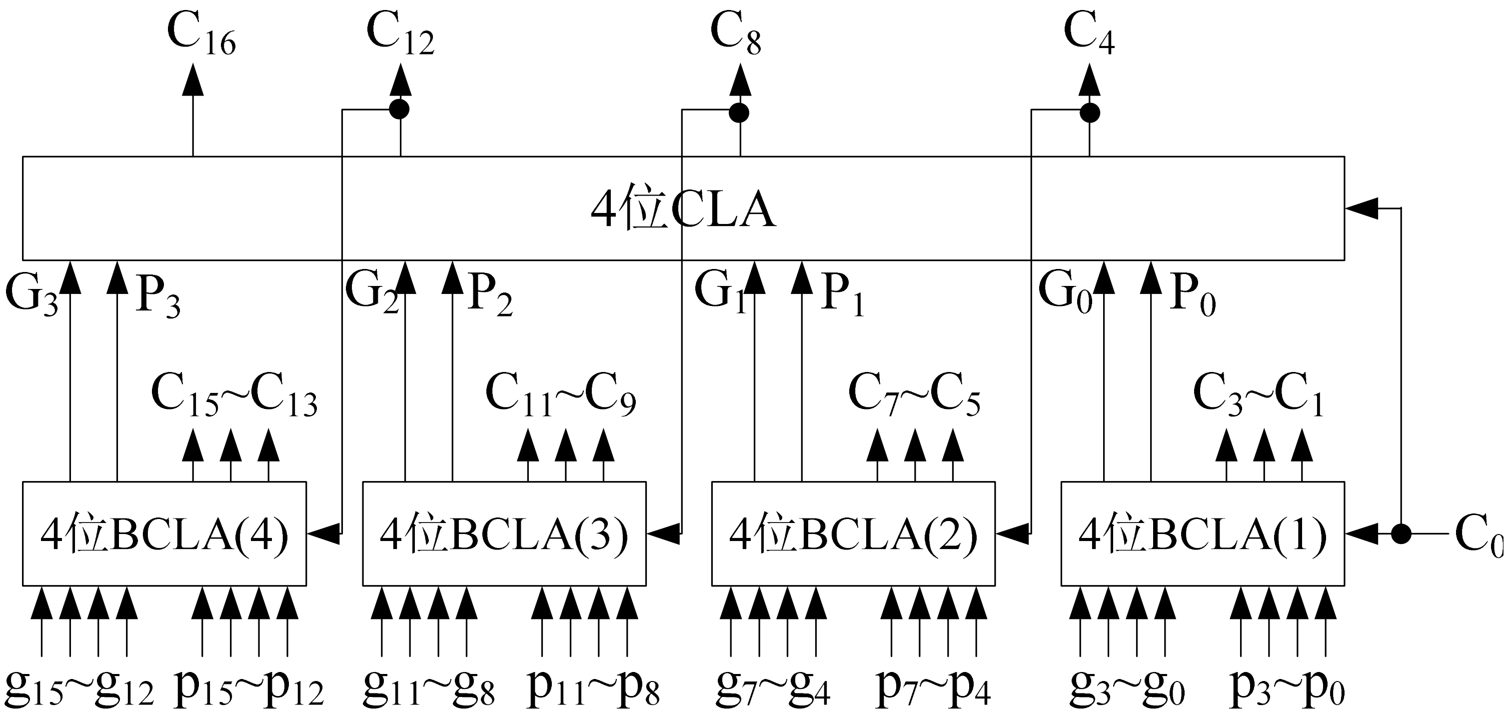
Technology Science Computer

3-5-3-5分组16位成组先行-级联进位线路框图



- 运算速度比较：4-4-4-4分组的进位时间=2.5ty×4=10ty；
  3-5-3-5分组的进位时间=2.5ty×4=10ty；
  两种分组方案最长加法时间相同。
- 结论：成组先行-级联进位的最长进位时间只与组数有关，与组内位数无关。
- 注：为便于比较，3-5-3-5分组忽略扇入影响。

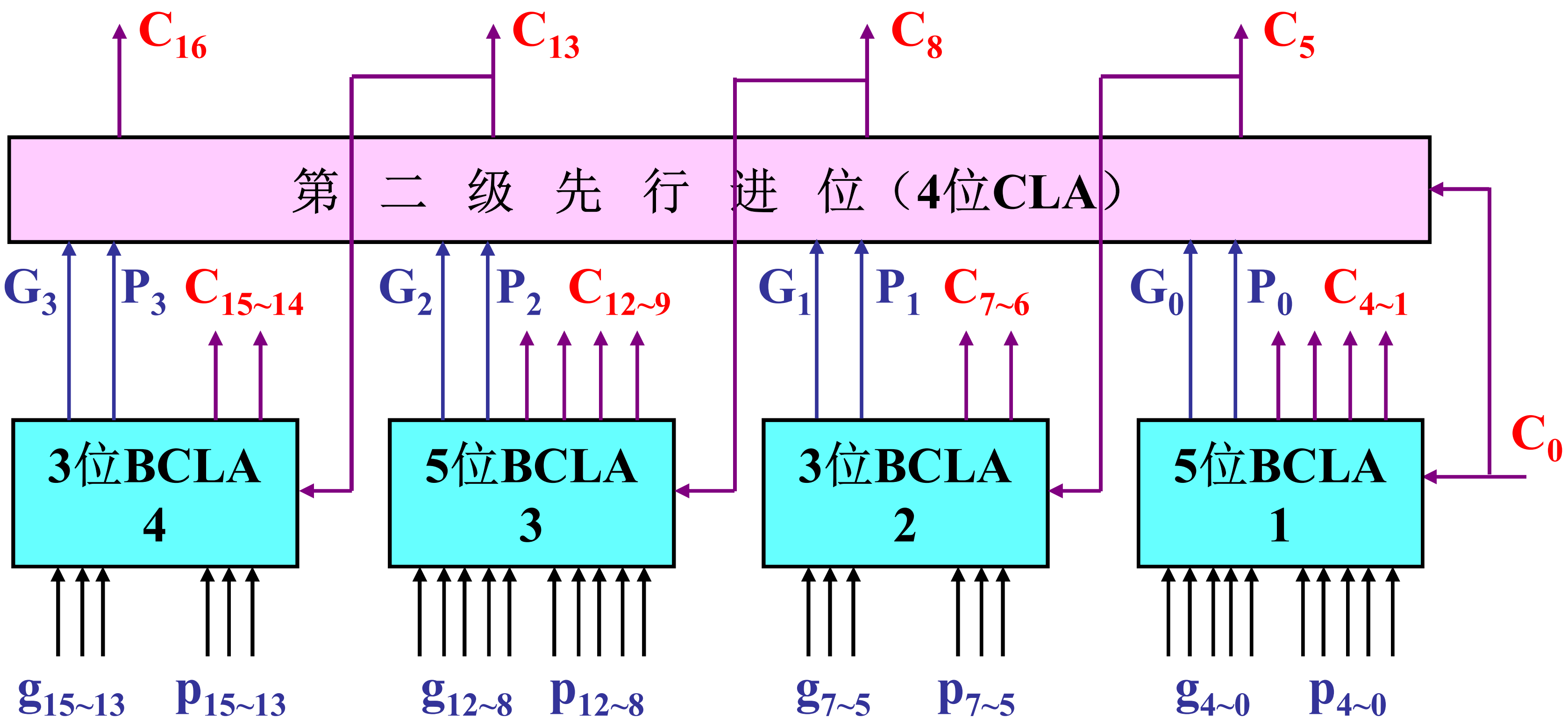
4-4-4-4分组16位二级先行进位线路框图



- **4-4-4-4分组16位二级先行进位线路最长进位延迟时间为：**

  $2.5t_y \times 3 = 7.5t_y$

3-5-3-5分组16位二级先行进位线路框图



- 3-5-3-5分组16位二级先行进位线路最长进位延迟时间为：

  $2.5t_y \times 3 = 7.5t_y$

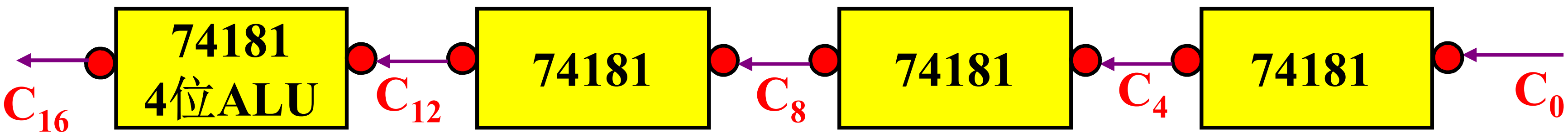
- 运算速度比较：

  4-4-4-4分组的进位时间=2.5ty×3=7.5ty；
  3-5-3-5分组的进位时间=2.5ty×3=7.5ty；
  两种分组方案最长加法时间相同。

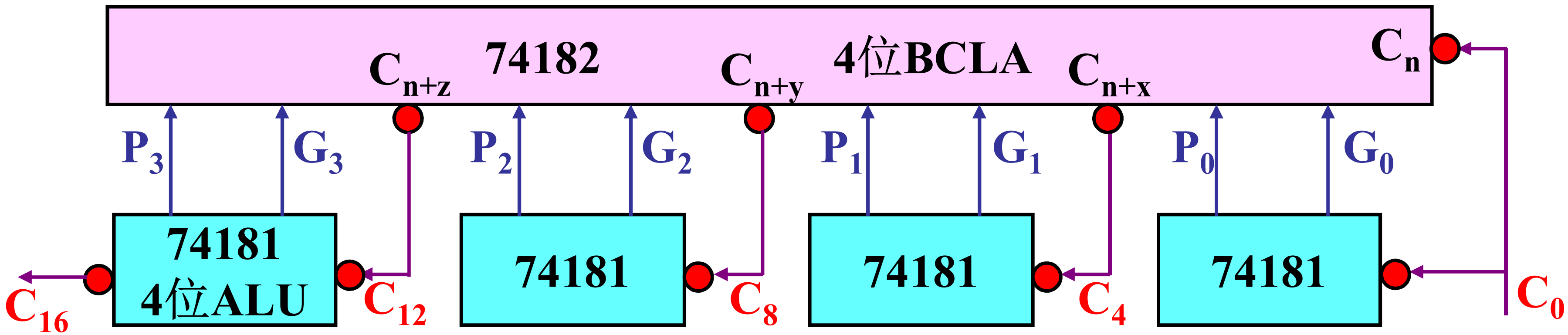
- 结论：二级先行进位的最长进位时间只与组数和级数有关，与组内位数无关。

第五章 5.27（3）

- 16位成组先行-级联进位加法器逻辑图（正逻辑）



- 16位二级先行进位加法器逻辑图（正逻辑）



- **图中，设与进位无关或不用的引脚省略不画。**

第五章 5.27 注意

- 181芯片正、负逻辑引脚的表示方法；
- 为强调可比性，3-5-3-5分组时不考虑扇入影响；
- 181芯片只有最高、最低两个进位输入/输出端，组内进位无引脚；
- 181为4位片，无法3-5-3-5分组，只能4-4-4-4分组；
- 成组先行-级联进位只用到181，使用182的一般是二级以上先行进位；
- 成组先行-级联进位是并行进位和串行进位技术的结合；注意在位数较少时，二级以上进位可以采用全先行进位技术实现；位数较多时，可采用二级并行进位和串行进位技术结合实现（二级先行-级联进位）。

- 5.28 假设某机字长为32位，加法器的输入数据为ai、bi，第1级进位函数为gi、pi，第2级进位函数为Gi、Pi，第3级进位函数为Gi*、Pi*，进位信号为Ci，其中i=0，1，2，……，从低位到高位递增。

 （1）请写出gi、pi的原理性逻辑表达式；

 （2）假设第1级为四位分组，加法器采用二级先行-级联进位方案，请写出C4、G0、P0的原理性逻辑表达式。

 （3）请用74181和74182为该机设计一个并行加法器。

第五章 5.28

❑ **解答:**

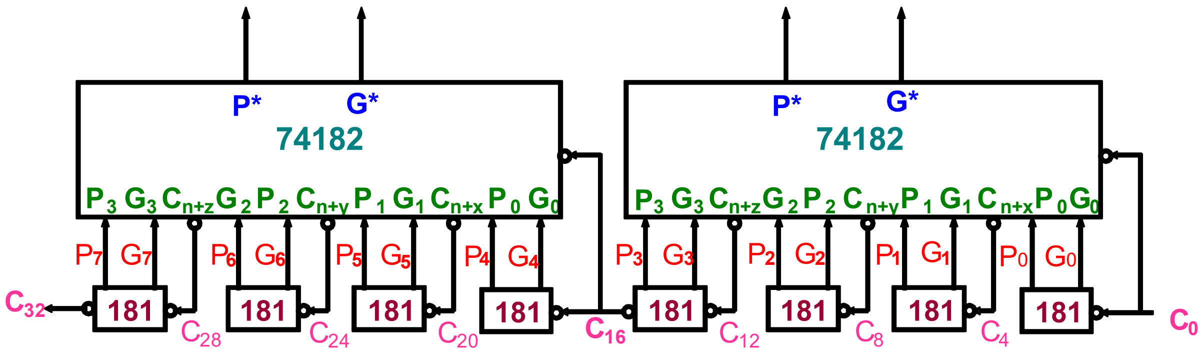
(1) $g_i = a_i b_i$； $p_i = a_i \oplus b_i$（或$a_i + b_i$），$i=0, 1, \ldots, 31$

(2) $C_4 = g_3 + p_3 g_2 + p_3 p_2 g_1 + p_3 p_2 p_1 g_0 + p_3 p_2 p_1 p_0 C_0$；

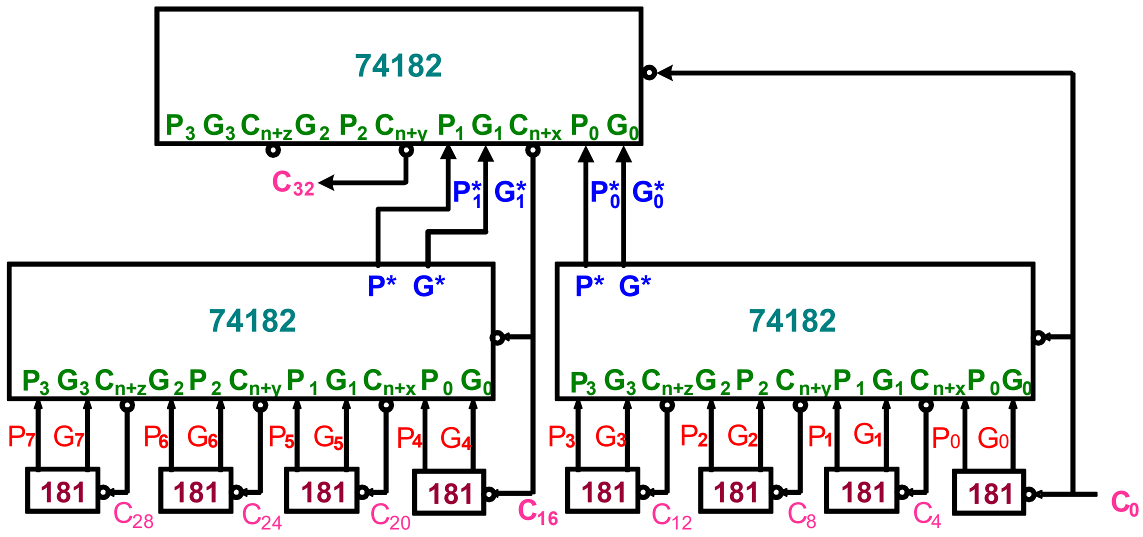
$G_0 = g_3 + p_3 g_2 + p_3 p_2 g_1 + p_3 p_2 p_1 g_0$；

$P_0 = p_3 p_2 p_1 p_0$

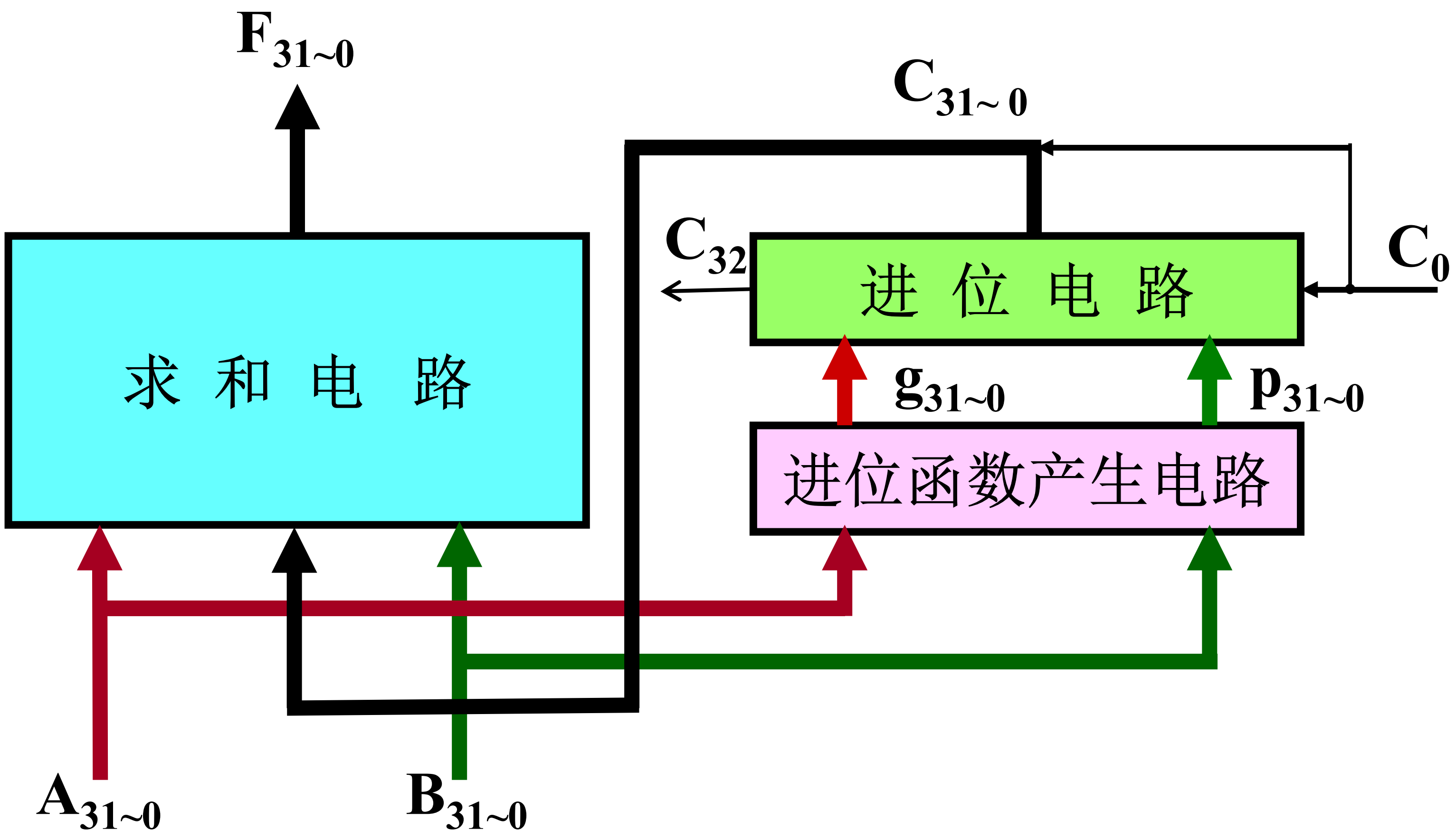
(3) 可以采用二级先行-级联进位方案，如下图：



也可以采用三级全先行进位方案，如下图：



32位加法器逻辑框图如下：图中进位电路可选上述两种方案之一。



- 5.29 浮点数的格式为：阶码6位（含1位阶符），尾数10位（含1位数符）。按下列要求分别写出正数和负数的表示范围，答案均用2的幂形式的十进制真值表示。
  (1) 阶原尾原非规格化数；
  (2) 阶移尾补规格化数；
  (3) 按照(2)的格式，写出-27/1024和7.375的浮点机器数。

- 解：(1) 据题意画出该浮点数格式：

1	5	1	9
阶符	阶 码	数符	尾 数

第五章 5.29 (1)

- 当采用阶原尾原非规格化数时，
  - 最小负数=0，11 111；1.111 111 111
  - 最大正数=0，11 111；0.111 111 111
  - 则表示范围为：

$$-2^{31}\times(1-2^{-9})\sim 2^{31}\times(1-2^{-9})$$

第五章 5.29 (2)

(2) 当采用阶移尾补规格化数时，

- 最小正数=0，00 000；0.100 000 000
- 最大正数=1，11 111；0.111 111 111
- 其对应的正数真值范围为：

  $2^{-32} \times 2^{-1} \sim 2^{31} \times (1-2^{-9})$

- 最小负数=1，11 111；1.000 000 000
- 最大负数=0，00 000；1.011 111 111
- 其对应的负数真值范围为

  $2^{31} \times (-1) \sim -2^{-32} \times (2^{-1}+2^{-9})$

- 注意：原码正、负域对称，补码正、负域不对称。浮点补码规格化尾数范围满足条件：数符⊕MSB位=1

第五章 5.29 (3)

(3) 首先将十进制数-27/1024和7.375转换为二进制：

- -27/1024 =$(-0.000\ 001\ 101\ 1)_2 = 2^{-5} \times(-0.110\ 11)_2$
- 7.375=$(111.011)_2 = 2^3 \times(0.111\ 011)_2$
- 再写成浮点机器数形式：
- -27/1024的阶移尾补规格化数=0，11011；1.001 010 000
- 7.375的阶移尾补规格化数=1，00011；0.111011000

注：以上浮点数也可采用如下格式：

1	1	5	9
数符	阶符	阶 码	尾 数

- 此时只要将上述答案中的数符位移到最前面即可。
- **注意：机器数末位的0不能省。**

第五章 5.30

- 5.30 (1) 将十进制数138.75 转换成32位的IEEE754短浮点数格式，并用十六进制缩写表示。

  (2) 将IEEE754短浮点数C1B7 0000H转换成对应的十进制真值。

- 解：
- (1) 首先把十进制真值转换成符合IEEE754标准要求的二进制规格化真值形式：$(138.75)_{10}=(10001010.11)_2=1.0001\ 0101\ 1\times 2^{111}$

  然后计算阶码的移码（=偏置常数＋阶码真值）

  E=+127+7=111 1111＋111＝1000 0110

  写成短浮点数格式

  S=0，E=1000 0110，隐藏位=1.

  M＝.0001 0101 1000 0000 0000 000（23位）

  则 (138.75)10的短浮点数机器码为：

  0，100 0011 0；.000 1010 1100 0000 0000 0000

- 对应的十六进制缩写为：430A C000H

第五章 5.30

- (2) 首先把十六进制缩写展开成二进制机器码形式，并分离出符号位、阶码和尾数部分

  C1B7 0000H=1100 0001 1011 0111 0000 0000 0000 0000B

  =1, 100 0001 1；. 011 0111 0000 0000 0000 0000

- 则 **S＝1，E=1000 0011，隐藏位=1.**

  M＝. 011 0111 0000 0000 0000 0000（23位）

- 计算出阶码的真值（即移码－偏置常数）

  1000 0011 -111 1111＝100

- 写出此数的规格化二进制真值形式：**$-1.011\ 0111 \times 2^{100}$**
- 进一步去掉指数项：**$-1.011\ 0111 \times 2^{100}$=-1011 0.111**
- 转换成十进制真值：**(-1011 0.111)2＝$(-22.875)_{10}$**

第五章 5.31

- 5.31 设浮点数字长为32位，欲表示-6万~6万的十进制数，在保证数的最大精度条件下，除阶符、数符各取一位外，阶码和尾数各取几位？按这样分配，该浮点数溢出的条件是什么？

- 解：若要保证数的最大精度，应取阶的基=2。

  若要表示±6万间的十进制数，由于32768（2^{15}）< 6万 <65536（2^{16}），则：阶码除阶符外还应取5位（向上取2的幂）。

  故：尾数位数=32-1-1-5=25位

  按此格式，该浮点数上溢的条件为：阶码 ≥ 32

  该浮点数格式如下：

1	5	1	25
阶符	阶　值	数符	尾　　数

- 5.32 对于尾数为40位的浮点数（不包括符号位在内），若采用不同的机器数表示，试问当尾数左规或右规时，最多移位次数各为多少?

- 解:

- 对于尾数为40位的浮点数，若采用原码表示，当尾数左规时，最多移位39次；反码表示时情况同原码；若采用补码表示，当尾数左规时，正数最多移位39次，同原码；负数最多移位40次。当尾数右规时，不论采用何种码制，均只需右移1次。

- **5.33 按机器补码浮点运算步骤计算$[X\pm Y]_{补}$**

  (1) $X=2^{-011}\times 0.101\ 100$，　$Y=2^{-010}\times(-0.011\ 100)$

  (2) $X=2^{101}\times(-0.100\ 101)$，$Y=2^{100}\times(-0.001\ 111)$

解：设检测0步骤省略。

(1) 先将X、Y转换成浮点机器数形式：

$[X]_{补}=1，101；0.101\ 100$

$[Y]_{补}=1，110；1.100\ 100=1，101；1.001\ 000$

第五章 5.33（1）

1）对阶：

$[\Delta E]_{补}=[Ex]_{补}+[-Ey]_{补}=11，101+00，011=00，000$

$[\Delta E]_{补}=0$，$Ex=Ey$

无需对阶

2）尾数相加减：

$$
\begin{array}{rl}
[Mx]_{补}+[My]_{补}= & 00.101\ 100 \\
+ & 11.001\ 000 \\
\hline
 & 11.110\ 100
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{rl}
[Mx]_{补}+[-My]_{补}= & 00.101\ 100 \\
+ & 00.111\ 000 \\
\hline
 & 01.100\ 100
\end{array}
$$

第五章 5.33（1）

3）结果规格化：

$[X+Y]_{补}$=11，101；11.110 100 =11，011；11.010 000

（左规2次，阶码减2，尾数左移2位）

$[X-Y]_{补}$=11，101；01.100 100 = 11，110；00.110 010

（右规1次，阶码加1，尾数右移1位）

4）舍入：无

5）溢出：无

则：$X+Y=2^{-101}\times$（-0.110 000）

$X-Y=2^{-010}\times 0.110\ 010$

第五章 5.33（2）

(2) $X=2^{101}$×（-0.100 101），$Y=2^{100}$×（-0.001 111）

$[X]_{补}$=0，101；1.011 011，$[Y]_{补}$=0，100；1.110 001 = 0，010；1.000 100

1）对阶：

$[\Delta E]_{补}=[Ex]_{补}+[-Ey]_{补}$ =00，101+11，110=00，011

$[\Delta E]_{补}$>0，应Ey向Ex对齐，则：

$[Ey]_{补}$+011=00，010+00，011 =00，101

$[\Delta E]_{补}+[-011]_{补}$=00，011+11，101 =00，000=0

至此， Ey=Ex，对阶毕。

$[Y]_{补}$=0，101；1.111 000（100）

2）尾数运算：

$[Mx]_{补}+[My]_{补}$ = 1 1 . 0 1 1　0 1 1

\+ 1 1 . 1 1 1　0 0 0（100）

1 1 . 0 1 0　0 1 1（100）

$[Mx]_{补}+[-My]_{补}$= 1 1 . 0 1 1　0 1 1

\+ 0 0 . 0 0 0　1 1 1（100）

1 1 . 1 0 0　0 1 0（100）

第五章 5.33（2）

3）结果规格化：

$[X+Y]_{补}$=00,101；11.010 011(100)

已是规格化数。

$[X-Y]_{补}$=00,101；11.100 010(100)=00,100；11.000 101(00)

（左规1次，阶码减1，尾数左移1位）

4）舍入：

$[X+Y]_{补}$=00,101；11.010 011（舍）

$[X-Y]_{补}$=00,100；11.000 101（舍）

5）溢出：无

则：$X+Y=2^{101}\times(-0.101\ 101)$

$X-Y=2^{100}\times(-0.111\ 011)$

- 6.48 按机器补码浮点运算步骤计算$[X\pm Y]_{补}$

  (1) $X=2^{-011}\times 0.101\ 100$，　$Y=2^{-010}\times(-0.011\ 100)$

  (2) $X=2^{101}\times(-0.100\ 101)$，$Y=2^{100}\times(-0.001\ 111)$

解：设检测0步骤省略。

(1) 先将X、Y转换成浮点机器数形式：

$[X]_{补}=1，101；0.101\ 100$

$[Y]_{补}=1，110；1.100\ 100$

第五章 5.33（1）----非规格化

1）对阶：

$[\Delta E]_{补}=[Ex]_{补}+[-Ey]_{补}$ =11，101+00，010=11，111

$[\Delta E]_{补}<0$，应Ex向Ey对齐，则：

$[Ex]_{补}$+1=11，101+00，001=11，110

$[\Delta E]_{补}$+1=11，111+00，001=00，000=0

至此，Ex=Ey，对阶毕。

$[X]_{补}$=1，110；0.010 110(0)

2）尾数相加减：

$$
\begin{array}{rr}
[Mx]_{补}+[My]_{补}= & 00.010\ \ 110(0) \\
+ & 11.100\ \ 100 \\
\hline
 & 11.111\ \ 010(0)
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{rr}
[Mx]_{补}+[-My]_{补}= & 00.010\ \ 110(0) \\
+ & 00.011\ \ 100 \\
\hline
 & 00.110\ \ 010(0)
\end{array}
$$

3）结果规格化：

$[X+Y]_{补}$=11，110；11.111 010(0)

=11，011；11.010 000

（左规3次，阶码减3，尾数左移3位）

$[X-Y]_{补}$=11，110；00.110 010(0)

已是规格化数。

4）舍入：舍

5）溢出：无

则：$X+Y=2^{-101}\times（-0.110\ 000）$

$X-Y=2^{-010}\times 0.110\ 010$

(2) $X=2^{101}\times(-0.100\ 101)$，$Y=2^{100}\times(-0.001\ 111)$

$[X]_{补}=0，101；1.011\ 011$，$[Y]_{补}=0，100；1.110\ 001$

1）对阶：

$[\Delta E]_{补}=[Ex]_{补}+[-Ey]_{补}=00，101+11，100=00，001$

$[\Delta E]_{补}>0$，应Ey向Ex对齐，则：

$[Ey]_{补}+1=00，100+00，001=00，101$

$[\Delta E]_{补}+[-1]_{补}=00，001+11，111=00，000=0$

至此，Ey=Ex，对阶毕。

$[Y]_{补}=0，101；1.111\ 000\ (1)$

2）尾数运算：

$$
\begin{array}{rr}
[Mx]_{补}+[My]_{补}= & 11.011\ \ 011 \\
+ & 11.111\ \ 000\ (1) \\
\hline
 & 11.010\ \ 011\ (1)
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{rr}
[Mx]_{补}+[-My]_{补}= & 11.011\ \ 011 \\
+ & 00.000\ \ 111\ (1) \\
\hline
 & 11.100\ \ 010\ (1)
\end{array}
$$

第五章 5.33（2）----非规格化

3）结果规格化：

$[X+Y]_{补}$=00,101；11.010 011（1）

已是规格化数。

$[X-Y]_{补}$=00,101；11.100 010（1）=00,100；11.000 101

（左规1次，阶码减1，尾数左移1位）

4）舍入：

$[X+Y]_{补}$=00,101；11.010 011（舍）

$[X-Y]_{补}$不变。

$[X-Y]_{补}$=00,100；11.000 101

5）溢出：无

则：$X+Y=2^{101}\times(-0.101\ 101)$

$X-Y=2^{100}\times(-0.111\ 011)$

5.34 设浮点数阶码取3位，尾数取6位（均不包括符号位），要求阶码用移码运算，尾数用原码运算，计算X×Y和X÷Y，且结果保留1倍字长。

(1) $X=2^{100}\times 0.100\ 111$，　$Y=2^{011}\times(-0.101\ 011)$

(2) $X=2^{101}\times(-0.101\ 101)$，$Y=2^{001}\times(-0.111\ 100)$

解：设检测0步骤省略。

(1) 先将X、Y转换成机器数形式：

$[X]_{阶移尾原}=1,100；0.100\ \ 111$

$[Y]_{阶移尾原}=1,011；1.101\ \ 011$

1）阶码相加减：

$[Ex]_{移}+[Ey]_{补}=01,100+00,011=01,111$ （无溢出）

$[Ex]_{移}+[-Ey]_{补}=01,100+11,101=01,001$（无溢出）

第五章 5.34 (1)

2）尾数相乘除：

❍ 尾数相乘：

$[Mx]_{原}=0.100\ 111$，$[My]_{原}=1.101\ 011$

$Mx^* = 0.100\ 111$，　$My^* = 0.101\ 011$

$Mx_0=0$，$My_0=1$，$Mp_0=Mx_0 \oplus My_0=0 \oplus 1=1$

$Mx^* \times My^* =0.011\ \ 010\ \ 001\ \ 101$

$[Mx \times My]_{原}=1.011\ \ 010\ \ 001\ \ 101$

$[P]_{浮}=[X \times Y]_{阶移尾原}=01,111$；　$1.011\ \ 010\ \ 001\ \ 101$

❍ 尾数相除：

$[-My^*]_{补}=1.010\ 101$

$Mx^* \div My^* = 0.111\ \ 010$，$[Mx \div My]_{原}= 1.111\ \ 010$

$r^* = 0\ .000\ \ 010 \times 2^{-6} =0.000\ 000\ 000\ 010$

$[Q]_{浮}=[X \div Y]_{阶移尾原}= 01,001$；$1.\ 111\ \ 010$

运算过程如下：

第五章 5.34 (1) 原码一位乘法

	部分积	乘数Y*	
	0.000 000	.1 0 1 0 1 1	+X*
+	0.100 111		
	0.100 111		
→1	0.010 011	1 .1 0 1 0 1	+X*
+	0.100 111		
	0.111 010		
→1	0.011 101	0 1 .1 0 1 0	+0
→1	0.001 110	1 0 1 .1 0 1	+X*
+	0.100 111		
	0.110 101		
→1	0.011 010	1 1 0 1 .1 0	+0
→1	0.001 101	0 1 1 0 1 .1	+X*
+	0.100 111		
	0.110 100		
→1	0.011 010	0 0 1 1 0 1	

第五章 5.34 (1)原码加减交替除法

被除数（余数）	商
00.100 111	0.000 000
+ 11.010 101	试减，$+[-My^*]_{补}$
11.111 100	r＜0，商0
1← 11.111 000	0.
+ 00.101 011	$+My^*$
00.100 011	r＞0，商1
1← 01.000 110	0.1
+ 11.010 101	$+[-My^*]_{补}$
00.011 011	r＞0，商1
1← 00.110 110	0.1 1
+ 11.010 101	$+[-My^*]_{补}$
00.001 011	r＞0，商1
1← 00.010 110	0.1 1 1
+ 11.010 101	$+[-My^*]_{补}$
11.101 011	r＜0，商0
1← 11.010 110	0.1 1 1 0
+ 00.101 011	$+My^*$
00.000 001	r＞0，商1
1← 00.000 010	0.1 1 1 0 1
+ 11.010 101	$+[-My^*]_{补}$
11.010 111	1←0.1 1 1 0 1 0，r＜0，商0
+ 00.101 011	（恢复余数），$+My^*$
00.000 010	

第五章 5.34 (1)

3）结果规格化：

$[X\times Y]_{阶移尾原}$=01,111； 1.011 010 001 101

=01,110； 1.110 100 011 010（左规1位）

$[X\div Y]_{阶移尾原}$= 01,001； 1. 111 010（不变）

——已是规格化数

4）舍入：

$[P]_{浮}=[X\times Y]_{阶移尾原}$=01,110； 1.110 100 011 010

=01,110； 1.110 100 (舍)

$[Q]_{浮}=[X\div Y]_{阶移尾原}$= 01,001； 1. 111 010（不变）

5）判溢出：无

则

$X\times Y=2^{110}\times$（-0. 110 100）

$X\div Y=2^{001}\times$（-0.111 010）

第五章 5.34 (2)

(2) $X=2^{101}\times(-0.101\ 101)$，$Y=2^{001}\times(-0.111\ 100)$

$[X]_{阶移尾原}=1，101；1.101\ 101$

$[Y]_{阶移尾原}=1，001；1.111\ 100$

1）阶码相加减：

$[Ex]_{移}+[Ey]_{补}=01，101+00，001=01，110$（无溢出）

$[Ex]_{移}+[-Ey]_{补}=01，101+11，111=01，100$（无溢出）

2）尾数相乘除：

❍尾数相乘：

$[Mx]_{原}=1.101\ 101$，$[My]_{原}=1.111\ 100$

$Mx^* = 0.101\ 101$，　$My^* = 0.111\ 100$

$Mx_0=1$，$My_0=1$，$Mp_0=Mx_0 \oplus My_0=1 \oplus 1=0$

- 尾数相乘：

  $Mx^* \times My^* = 0.101\ 010\ 001\ 100$

  $[Mx \times My]_{原} = 0.101\ 010\ 001\ 100$

  $[P]_{浮}=[X \times Y]_{阶移尾原}=01,110;\ \ 0.101\ 010\ 001\ 100$

- 尾数相除：

  $[-My^*]_{补}=1.000\ 100$

  $Mx^* \div My^* = [Mx \div My]_{原} = 0.110\ \ 000$

  $r^* = 0.000\ \ 000 \times 2^{-6} = 0.000\ 000\ 000\ 000 = 0$

  $[Q]_{浮}=[X \div Y]_{阶移尾原}= 01,100;\ \ 0.\ 110\ \ 000$

- 运算过程如下：

第五章 5.34 (2) 原码一位乘法

	部分积	乘数Y*	
	0.000 000	.1 1 1 1 0 0	+0
→1	0.000 000	0 .1 1 1 1 0	+0
→1	0.000 000	0 0 .1 1 1 1	+X*
+	0.101 101		
	0.101 101		
→1	0.010 110	1 0 0 .1 1 1	+X*
+	0.101 101		
	1.000 011		
→1	0.100 001	1 1 0 0 .1 1	+X*
+	0.101101		
	1.001110		
→1	0.100111	0 1 1 0 0 .1	+X*
+	0.101101		
	1.010100		
→1	0.101010	0 0 1 1 0 0	

第五章 5.34 (2)原码加减交替除法

被除数（余数）	商
00.101 101	0.000 000
+ 11.000 100	试减，+[-My*]补
11.110 001	r＜0，商0
1← 11.100 010	0.
+ 00.111 100	+My*
00.011 110	r＞0，商1
1← 00.111 100	0.1
+ 11.000 100	+[-My*]补
00.000 000	r＞0，商1
1← 00.000 000	0.1 1
+ 11.000 100	+[-My*]补
11.000 100	r＜0，商0
1← 10.001 000	0.1 1 0
+ 00.111 100	+My*
11.000 100	r＜0，商0
1← 10.001 000	0.1 1 0 0
+ 00.111 100	+My*
11.000 100	r＜0，商0
1← 10.001 000	0.1 1 0 0 0
+ 00.111 100	+My*
11.000 100	1← 0.1 1 0 0 0 0，r＜0，商0
+ 00.111 100	恢复余数，+My*
00.000 000	

第五章 5.34 (2)

3）结果规格化：已是规格化数。

4）舍入：

$[P]_{浮}=[X\times Y]_{阶移尾原}=01,110;\ 0.101\ 010\ 001\ 100$

$=01,110;\ 0.101\ 010$（舍）

$[Q]_{浮}=[X\div Y]_{阶移尾原}=01,100;\ 0.110\ \ 000$（不变）

5）判溢出：无

则

$X\times Y=2^{110}\times 0.101\ \ 010$

$X\div Y=2^{100}\times 0.110\ \ 000$

注：由于加减交替除法算法中缺少对部分余数判"0"的步骤，因此算法运行中的某一步已除尽时，算法不会自动停止，而是继续按既定步数运行完。

第五章 5.35

- 5.35 设数的阶码3位，尾数6位，均不含符号位；阶码用移码表示，尾数用补码表示；阶的基为2。用浮点算法计算X+Y、X-Y、X×Y、X÷Y，结果要求为规格化数。

  已知：$X=2^{-2}\times 11/16$；$Y=2^{3}\times(-15/16)$

- 解：为判溢出方便，阶符和尾符均采用双符号位，先将X、Y转换成浮点规格化格式（如果仅作为练习，原始数据也可直接转换，不要求一定为规格化形式，运算完后再规格化）：

  $[X]_{阶移尾补}$=00，110；00.101 100

  $[Y]_{阶移尾补}$=01，011；11.000 100

- 为便于讨论，设阶码用E表示，尾数用M表示。

1. 浮点加减法：

(1) 对阶：

求阶差：$[\Delta E]_{移}=[E_x]_{移}+[-E_y]_{补}=00\ 110+11\ 101=00\ 011$

$[\Delta E]_{移}<0$，$E_x<E_y$，$\Delta E=-5$，E_x向E_y对齐。

M_x右移5位。每右移一次，E_x+1，直到$E_x=E_y$为止。

对阶后：$[X]_{阶移尾补}=01，011；00.000\ 001$（01100）

(2) 尾数运算：

$[M+]_{补}=[M_x]_{补}+[M_y]_{补}$

$=00.000\ 001$（011）$+11.000\ 100$

$=11.000\ 101$（011）

$[M-]_{补}=[M_x]_{补}+[-M_y]_{补}$

$=00.000\ 001$（011）$+00.111\ 100$

$=00.111\ 101$（011）

(3) 结果规格化：

设尾数的高三位为$M_sM_0.M_{MSB}$……，

加法时：$M_0 \oplus M_{MSB}=1 \oplus 0= 1$；

减法时：$M_0 \oplus M_{MSB}=0 \oplus 1= 1$；

则：$[M+]_{补}$、$[M-]_{补}$已是规格化数，不需再规格化。

(4) 舍入：

采用0舍1入法

$[X+Y]_{阶移尾补}$=01，011；11.000 101（舍）

$[X-Y]_{阶移尾补}$=01，011；00.111 101 （舍）

(5) 溢出判断：

由于$[X+Y]_{阶移尾补}$、$[X-Y]_{阶移尾补}$的阶码均未溢出，故结果无溢出。

则：$X+Y=2^3\times(-59/64)$；　$X-Y=2^3\times 61/64$

2. 浮点乘法:

(1) 阶码相加:

$[E_\times]_{移}=[E_x]_{移}+[E_y]_{补}$=00 110+ 00 011=01 001—无溢出

(2) 尾数相乘:

采用补码两位乘比较法，有:

$[M_x]_{补}$=00.101 100；$[M_y]_{补}$=11.000 100

$[-M_x]_{补}$=11.010 100

$[M_\times]_{补}$=111.010 110（110 000 00）

机器运算步骤如下:

第五章 5.35 浮点乘法

部分积	乘数 $Y_{n-1}Y_nY_{n+1}$
0 0 0 . 0 0 0 0 0 0	1 1. 0 0 0 1 <u>0 0 0</u> —+0
→2 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0	0 0 1 1. 0 0 <u>0 1 0</u>
+ 0 0 0 . 1 0 1 1 0 0	+$[M_x]_{补}$
0 0 0 . 1 0 1 1 0 0	
→2 0 0 0 . 0 0 1 0 1 1	0 0 0 0 1 1. <u>0 0 0</u> —+0
→2 0 0 0 . 0 0 0 0 1 0	1 1 0 0 0 0 <u>1 1. 0</u>
+ 1 1 1 . 0 1 0 1 0 0	+$[-M_x]_{补}$
1 1 1 . 0 1 0 1 1 0	1 1 0 0 0 0 <u>0 0</u>
	清0

(3) 结果规格化：

$M_0 \oplus M_{MSB}=1 \oplus 0= 1$，$[M_\times]_补$已是规格化数。

(4) 舍入：采用0舍1入法

$[X\times Y]_{阶移尾补}=01，001；11.010\ 111$（入）

(5) 判溢出：

由于$[X\times Y]_{阶移尾补}$的阶码未溢出，故结果无溢出。

则：$X\times Y =2^1\times（-41/64）$

3. 浮点除法：

(1) 阶码相减：

$[E_\div]_移=[E_x]_移+[-E_y]_补= 00\ 110+ 11\ 101 = 00\ 011$ ——无溢出

(2) 尾数相除：

采用补码加减交替除法，由于满足$X^*<Y^*$条件，除法过程无溢出。

$[M_x]_补=00.101\ 100$；$[M_y]_补=11.000\ 100$；$[-M_y]_补=00.111\ 100$

$[M_\div]_补=1.010\ 001$，余数忽略。

若考虑余数还要进行一次恢复余数操作。机器运算步骤如下：

第五章 5.35 浮点除法

被除数$[M_x]_{补}$/余数$[M_r]_{补}$	商q	
0 0 .1 0 1 1 0 0	0 .0 0 0 0 0 0	
+ 1 1 .0 0 0 1 0 0		X、Y异号，$+[M_y]_{补}$
1 1 .1 1 0 0 0 0		
←1 1 1 .1 0 0 0 0 0	1.	—— R、Y同号，商1
+ 0 0 .1 1 1 1 0 0		$+[-M_y]_{补}$
0 0 .0 1 1 1 0 0		
←1 0 0 .1 1 1 0 0 0	1.0	—— R、Y异号，商0
+ 1 1 .0 0 0 1 0 0		$+[M_y]_{补}$
1 1 .1 1 1 1 0 0		
←1 1 1 .1 1 1 0 0 0	1.0 1	—— R、Y同号，商1
+ 0 0 .1 1 1 1 0 0		$+[-M_y]_{补}$
0 0 .1 1 0 1 0 0		
←1 0 1 .1 0 1 0 0 0	1.0 1 0	—— R、Y异号，商0
+ 1 1 .0 0 0 1 0 0		$+[M_y]_{补}$
0 0 .1 0 1 1 0 0		
←1 0 1 .0 1 1 0 0 0	1.0 1 0 0	—— R、Y异号，商0
+ 1 1 .0 0 0 1 0 0		$+[M_y]_{补}$
0 0 .0 1 1 1 0 0		
←1 0 0 .1 1 1 0 0 0	1.0 1 0 0 0	—— R、Y异号，商0
+ 1 1 .0 0 0 1 0 0		$+[M_y]_{补}$
1 1 .1 1 1 1 0 0 ←1	1.0 1 0 0 0 1	—— 恒置1

Computer Science Technology

(3) 结果规格化：

$M_0 \oplus M_{MSB}=1 \oplus 0=1$，$[M_{\div}]_{补}$已是规格化数。

(4) 舍入：

由于尾数除法采用了恒置1法舍入，故不用再进行其他舍入操作。（若采用0舍1入法舍入，可多求几位商作为保护位。）

$[X \div Y]_{阶移尾补}=00，011；11.010\ 001$

(5) 判溢出：

由于$[X \div Y]_{阶移尾补}$的阶码无溢出，故结果无溢出。

则：$X \div Y = 2^{-5} \times (-47/64)$

- 评注：浮点运算与定点运算的主要区别在运算步骤上，每一步的具体操作方法基本以定点算法为基础；阶码运算与尾数运算分别进行，溢出判断以阶码溢出为标志，尾数溢出可通过规格化操作进行调整。浮点运算时舍入问题比较突出，为尽量减少精度损失，一般设有若干保护位，因此本题在运算过程中保留多余位，直到舍入操作时才对保留位进行处理。注意最后结果按题意要求用浮点真值表示，真值的形式要与原始数据一致。

第五章 5.36

- 5.36 假定在一个 8 位字长的计算机中，定点整数用单字长表示，其中带符号整数用补码表示（符号占1位）；浮点数用双字长表示，阶码为8位移码（包括1位符号位），尾数用8位原码（包括1位符号位）。运行如下类 C 程序段：

```
int  x1 = -124;
int  x2 = 116;
unsigned int  y1 = x1;
float  f1 = x1;
int  z1 = x1 + x2;
int  z2 = x1 - x2;
```

- 请问：
- （1）执行上述程序段后，所有变量的值在该计算机内的数据表示形式各是多少？所有变量的值对应的十进制形式各是多少？
- （2）在该计算机中，无符号整数、带符号整数和规格化浮点数的表示范围各是什么？（要求用十进制2的幂形式表示）
- （3）执行上述程序段后，哪些运算语句的执行结果发生了溢出？

第五章 5.36

- 解：

（1）执行上述程序段后，变量

x1值的十进制表示形式：-124

x1值的机内表示形式： 1,000 0100

x2值的十进制表示形式： 116

x2值的机内表示形式： 0,111 0100

y1 值的十进制表示形式：132

y1 值的机内表示形式： 1000 0100

f1 值的十进制表示形式： -124.0

f1 值的机内表示形式：1,000 0111;1.111 1100

z1值的十进制表示形式： -8

z1值的机内表示形式：1,111 1000

z2值的十进制表示形式： 16

z2值的机内表示形式：0,001 0000

（2）无符号整数表示范围：$0\sim2^8-1$

带符号整数表示范围：$-2^7\sim2^7-1$

规格化浮点数表示范围：

$$-(1-2^{-7})\times2^{127}\sim-2^{-1}\times2^{-128}，0，2^{-1}\times2^{-128}\sim(1-2^{-7})\times2^{127}$$

（3）执行上述程序段后，语句int z2 = x1-x2 的执行结果发生了溢出

。

课内测试

- 用补码一位乘法计算X×Y。

  X= -0.010101， Y= -0.111101