第 4 章　运算方法与运算器 作业参考题解

4.1　设 X=0.1101，Y= −0.0110，求：

（1）$[X]_{补}$　（2）$[-X]_{补}$　（3）$[2X]_{补}$　（4）$[-2X]_{补}$

（5）$[X/2]_{补}$　（6）$[-X/2]_{补}$　（7）$[Y]_{补}$　（8）$[-Y]_{补}$

（9）$[2Y]_{补}$　（10）$[-2Y]_{补}$　（11）$[Y/2]_{补}$　（12）$[-Y/2]_{补}$

（13）$[-Y/4]_{补}$

参考答案：

（1）$[X]_{补}$＝0.1101　（2）$[-X]_{补}$=1.0011

（3）$[2X]_{补}$ =1.1010（溢出）　（4）$[-2X]_{补}$ ＝0.0110（溢出）

（5）$[X/2]_{补}$ =0.0110　（6）$[-X/2]_{补}$ =1.1001

（7）$[Y]_{补}$ =1.1010　（8）$[-Y]_{补}$ =0.0110

（9）$[2Y]_{补}$ =1.0100　（10）$[-2Y]_{补}$=0.1100

（11）$[Y/2]_{补}$ =1.1101　（12）$[-Y/2]_{补}$ =0.0011

（13）$[-Y/4]_{补}$=0.0001

4.2　已知 X 和 Y，用变形补码计算 X+Y 和 X-Y，并指出运算结果是否溢出：

（1）　X=0.11011，Y=0.11111

（2）　X=-0.1101，Y=0.0110

参考答案：

（1）　$[X]_{补}$＝00.11011　$[Y]_{补}$＝00.11111　$[-Y]_{补}$＝11.00001

$$\begin{array}{r} 00.11011 \\ +\ 00.11111 \\ \hline 01.11010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 00.11011 \\ +\ 11.00001 \\ \hline 11.11100 \end{array}$$

$[X+Y]_{补}$=01.11010　　$[X—Y]_{补}$=11.11100

双符号位=01，正溢出　　双符号位=11，无溢出

（2）　$[X]_{补}$＝11.0011　$[Y]_{补}$＝00.0110　$[-Y]_{补}$＝11.1010

$$\begin{array}{r} 11.0011 \\ +\ 00.0110 \\ \hline 11.1001 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 11.0011 \\ +\ 11.1010 \\ \hline 10.1101 \end{array}$$

$[X+Y]_{补}$=11.1001　　$[X—Y]_{补}$=10.1101

双符号位=11，无溢出　　双符号位=10，负溢出

4.3　试使用两个 4 位二进制加法器和若干逻辑门电路，设计一位余 3 码编码的十进制加法器。（提示：余 3 码加法的校正规则为：当余 3 码编码的两个数直接相加后，若结果有进位，则和数加 3 校正；否则和数减 3 校正）

参考答案：

首先：【A】$_{余三码}$=A+3　【B】$_{余三码}$=B+3　【A+B】$_{余三码}$=A+B+3

【A】$_{余三码}$+【B】$_{余三码}$= A+3+B+3=A+B+6=【A+B】$_{余三码}$+3

所以：余三码本身作加法就有：【A+B】$_{余三码}$=【A】$_{余三码}$+【B】$_{余三码}$——3

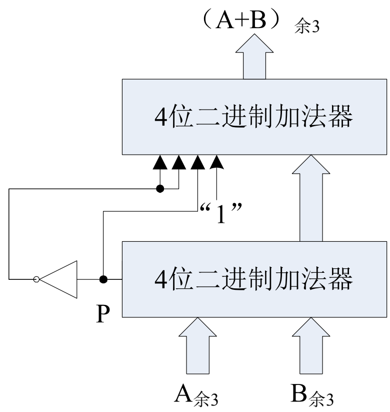
其次：使用四位二进制加法器作十进制加法，需要提前进位校正：A+B＞9，+6 校正；A+B≤9，无需校正

由于输入的数据是 A 和 B 的余三码，所以也即：

【A】$_{余三码}$+【B】$_{余三码}$＞9+6=15，需要+6-3 即+3 校正；

【A】$_{余三码}$+【B】$_{余三码}$≤9+6=15，则需要-3 校正。

简化校正条件：P=C=1，加 0011；P=C=0，减 0011，即加【-0011】$_{补}$=1101；



4.4　使用原码一位乘法计算 X*Y：

（1）　X=0.11101，Y=0.01111

参考答案：

$[X]_{原}$=0.11101

$[Y]_{原}$=0.01111

|X|=0.11101

Ps=Xs ⊕ Ys=0 ⊕ 0=0

|P| = |X|·|Y|，计算过程如右图

|P| = 0.01101 10011

$[X*Y]_{原}$=0.01101 10011

	部分积	**乘数Y**	**操作说明**
	0.00000	**0 1 1 1 $\underline{1}$**	
+	**0.11101**		**Y_5=1，+$\vert X\vert$**
	0.11101		
	0.01110	**1 0 1 1 $\underline{1}$**	**右移一位**
+	**0.11101**		**Y_4=1，+$\vert X\vert$**
	1.01011		
	0.10101	**1 1 0 1 $\underline{1}$**	**右移一位**
+	**0.11101**		**Y_3=1，+$\vert X\vert$**
	1.10010		
	0.11001	**0 1 1 0 $\underline{1}$**	**右移一位**
+	**0.11101**		**Y_2=1，+$\vert X\vert$**
	1.10110		
	0.11011	**0 0 1 1 $\underline{0}$**	**右移一位**
+	**0.00000**		**Y_1=0，+0**
	0.11011		
	0.01101	**1 0 0 1 1**	**右移一位**

（2）　X=-0.10011，Y=0.11010

参考答案：

$[X]_原=1.10011$

$[Y]_原=0.11010$

$|X|=0.10011$

$Ps=Xs\oplus Ys=1\oplus 0=1$

$|P|=|X|\cdot|Y|$，计算过程如右图

$|P|=0.01111\ 01110$

$[X*Y]_原=1.01111\ 01110$

部分积	乘数Y	操作说明
0.00000	1 1 0 1 <u>0</u>	
+ 0.00000		$Y_5=0$，+0
0.00000		
0.00000	0 1 1 0 <u>1</u>	右移一位
+ 0.10011		$Y_4=1$，$+\lvert X\rvert$
0.10011		
0.01001	1 0 1 1 <u>0</u>	右移一位
+ 0.00000		$Y_3=0$，+0
0.01001		
0.00100	1 1 0 1 <u>1</u>	右移一位
+ 0.10011		$Y_2=1$，$+\lvert X\rvert$
0.10111		
0.01011	1 1 1 0 <u>1</u>	右移一位
+ 0.10011		$Y_1=1$，$+\lvert X\rvert$
0.11110		
0.01111	0 1 1 1 0	右移一位

4.5　使用补码 Booth 乘法计算 X*Y：

（1）　X=0.01111，Y=-0.11101

参考答案：

$[X]_补=00.01111$

$[Y]_补=1.00011$

$[-X]_补=11.10001$

计算过程如右图

$[X*Y]_补=1.10010\ 01101$

部分积	乘数Y ($Y_n Y_{n+1}$)	操作说明
00.00000	1.0 0 0 1 <u>1 0</u>	
+ 11.10001		$Y_5Y_6=10$，$+[-X]_补$
11.10001		
11.11000	1 1.0 0 0 <u>1 1</u>	右移一位
+ 00.0000		$Y_4Y_5=11$，+0
11.11000		
11.11100	0 1 1.0 0 <u>0 1</u>	右移一位
+ 00.01111		$Y_3Y_4=01$，$+[X]_补$
00.01011		
00.00101	1 0 1 1.0 <u>0 0</u>	右移一位
+ 00.00000		$Y_2Y_3=00$，+0
00.00101		
00.00010	1 1 0 1 1.<u>0 0</u>	右移一位
+ 00.00000		$Y_1Y_2=00$，+0
00.00010		
00.00001	0 1 1 0 1 <u>1.0</u>	右移一位
+ 11.10001		$Y_0Y_1=10$，$+[-X]_补$
11.10010	0 1 1 0 1	

（2）　X= -0.10011，Y= -0.11010

参考答案：

$[X]_{补}=11.01101$

$[Y]_{补}=1.00110$

$[-X]_{补}=00.10011$

计算过程如右图

$[X*Y]_{补}=0.01111\ 01110$

	部分积	乘数Y ($Y_n Y_{n+1}$)	操作说明
	00.00000	1.0 0 1 1 0 0	
+	00.00000		Y_5Y_6=00，+0
	00.00000		
	00.00000	0 1.0 0 1 1 0	右移一位
+	00.10011		Y_4Y_5=10，$+[-X]_{补}$
	00.10011		
	00.01001	1 0 1.0 0 1 1	右移一位
+	00.00000		Y_3Y_4=11，+0
	00.01001		
	00.00100	1 1 0 1.0 0 1	右移一位
+	11.01101		Y_2Y_3=01，$+[X]_{补}$
	11.10001		
	11.11000	1 1 1 0 1.0 0	右移一位
+	00.00000		Y_1Y_2=00，+0
	11.11000		
	11.11100	0 1 1 1 0 1.0	右移一位
+	00.10011		Y_0Y_1=10，$+[-X]_{补}$
	00.01111	0 1 1 1 0	

4.6　分别使用原码恢复余数除法和原码加减交替除法计算 X/Y：

（1）　X=0.0111，Y=0.1101

参考答案：

◆　原码恢复余数除法：

$[X]_原=0.0111$

$[Y]_原=0.1101$

$|X|=0.0111$ $|Y|=0.1101$

$[-|Y|]_补=11.0011$

$Q_S=X_S \oplus Y_S=0$ $R_S=0$

计算过程如右图所示

$[Q]_原=0.1000$

$[R]_原=0.00001000$

被除数/余数	商Q	操作说明
00.0111	0 0 0 0 0	
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.1010	0 0 0 0 0	$R_0<0$，上商0
+ 00.1101		+|Y|恢复余数
00.0111	0 0 0 0 0	
00.1110	0 0 0 0 0	左移一位
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
00.0001	0 0 0 0 1	$R_1>0$，上商1
00.0010	0 0 0 1 0	左移一位
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.0101	0 0 0 1 0	$R_2<0$，上商0
+ 00.1101		+|Y|恢复余数
00.0010	0 0 0 1 0	
00.0100	0 0 1 0 0	左移一位
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.0111	0 0 1 0 0	$R_3<0$，上商0
+ 00.1101		+|Y|恢复余数
00.0100	0 0 1 0 0	
00.1000	0 1 0 0 0	左移一位
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.1011	0 1 0 0 0	$R_4<0$，上商0
+ 00.1101		最后1次商0，+|Y|恢复余数
00.1000		

◆ 原码不恢复余数除法：

$[X]_原=0.0111$

$[Y]_原=0.1101$

$|X|=0.0111$ $|Y|=0.1101$

$[-|Y|]_补=11.0011$

$Q_S=X_S \oplus Y_S=0$ $R_S=0$

计算过程如右图所示

$[Q]_原=0.1000$

$[R]_原=0.00001000$

被除数/余数	商Q	操作说明
00.0111	0 0 0 0 0	
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.1010	0 0 0 0 0	$R_0<0$，上商0
11.0100	0 0 0 0 0	左移一位
+ 00.1101		+|Y|
00.0001	0 0 0 0 1	$R_1>0$，上商1
00.0010	0 0 0 1 0	左移一位
+ 11.0011		$+[-\|Y\|]_补$
11.0101	0 0 0 1 0	$R_2<0$，上商0
10.1010	0 0 1 0 0	左移一位
+ 00.1101		+|Y|
11.0111	0 0 1 0 0	$R_3<0$，上商0
10.1110	0 1 0 0 0	左移一位
+ 00.1101		+|Y|
11.1011	0 1 0 0 0	$R_4<0$，上商0
+ 00.1101		最后1次商0，+|Y|恢复余数
00.1000		

（2） X=0.1011，Y=-0.1110

参考答案：

◆ 原码恢复余数除法：

$[X]_{原}=0.1011$

$[Y]_{原}=1.1110$

$|X|=0.1011$　$|Y|=0.1110$

$[-|Y|]_{补}=11.0010$

$Q_S=X_S \oplus Y_S=1$　$R_S=0$

计算过程如右图所示

$[Q]_{原}=1.1100$

$[R]_{原}=0.00001000$

被除数/余数	商Q	操作说明
00.1011	0 0 0 0 0	
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
11.1101	0 0 0 0 0	$R_0<0$，上商0
+ 00.1110		$+\|Y\|$恢复余数
00.1011	0 0 0 0 0	
01.0110	0 0 0 0 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
00.1000	0 0 0 0 1	$R_1>0$，上商1
01.0000	0 0 0 1 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
00.0010	0 0 0 1 1	$R_2>0$，上商1
00.0100	0 0 1 1 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
11.0110	0 0 1 1 0	$R_3<0$，上商0
+ 00.1110		$+\|Y\|$恢复余数
00.0100	0 0 1 1 0	
00.1000	0 1 1 0 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
11.1010	0 1 1 0 0	$R_4<0$，上商0
+ 00.1110		最后1次商0，
00.1000		$+\|Y\|$恢复余数

◆　原码不恢复余数除法：

$[X]_{原}=0.1011$

$[Y]_{原}=1.1110$

$|X|=0.1011$　$|Y|=0.1110$

$[-|Y|]_{补}=11.0010$

$Q_S=X_S \oplus Y_S=1$　$R_S=0$

计算过程如右图所示

$[Q]_{原}=1.1100$

$[R]_{原}=0.00001000$

被除数/余数	商Q	操作说明
00.1011	0 0 0 0 0	
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
11.1101	0 0 0 0 0	$R_0<0$，上商0
11.1010	0 0 0 0 0	左移一位
+ 00.1110		$+\|Y\|$
00.1000	0 0 0 0 1	$R_1>0$，上商1
01.0000	0 0 0 1 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
00.0010	0 0 0 1 1	$R_2>0$，上商1
00.0100	0 0 1 1 0	左移一位
+ 11.0010		$+[-\|Y\|]_{补}$
11.0110	0 0 1 1 0	$R_3<0$，上商0
10.1100	0 1 1 0 0	左移一位
+ 00.1110		$+\|Y\|$
11.1010	0 1 1 0 0	$R_4<0$，上商0
+ 00.1110		最后1次商0，
00.1000		$+\|Y\|$恢复余数

4.7　使用补码不恢复余数除法计算 X/Y：

（1）　X=0.0111，Y=0.1101

参考答案：

$[X]_{补}=0.0111$

$[Y]_{补}=0.1101$

$[-Y]_{补}=11.0011$

计算过程如右图所示

计算得到的Q符号取反：

$[Q]_{补}=0.1001$

	被除数/余数	商Q	操作说明
	00.0111	0 0 0 0 1	$[R_0]_{补}$与$[Y]_{补}$同号，上商1
	00.1110	0 0 0 1 0	左移一位
+	11.0011		$+[-Y]_{补}$
	00.0001	0 0 0 1 1	$[R_1]_{补}$与$[Y]_{补}$同号，上商1
	00.0010	0 0 1 1 0	左移一位
+	11.0011		$+[-Y]_{补}$
	11.0101	0 0 1 1 0	$[R_2]_{补}$与$[Y]_{补}$异号，上商0
	10.1010	0 1 1 0 0	左移一位
+	00.0111		$+[Y]_{补}$
	11.0101	0 1 1 0 0	$[R_3]_{补}$与$[Y]_{补}$异号，上商0
	10.1010	1 1 0 0 0	左移一位
		1 1 0 0 1	末位置1

（2） X=0.1011，Y=-0.1110

参考答案：

$[X]_{补}=00.1011$

$[Y]_{补}=11.0010$

$[-Y]_{补}=00.1110$

计算过程如右图所示

计算得到的Q符号取反：

$[Q]_{补}=1.0011$

	被除数/余数	商Q	操作说明
	00.1011	0 0 0 0 0	$[R_0]_{补}$与$[Y]_{补}$异号，上商0
	01.0110	0 0 0 0 0	左移一位
+	11.0010		$+[Y]_{补}$
	00.1000	0 0 0 0 0	$[R_1]_{补}$与$[Y]_{补}$异号，上商0
	01.0000	0 0 0 0 0	左移一位
+	11.0010		$+[Y]_{补}$
	00.0010	0 0 0 0 0	$[R_2]_{补}$与$[Y]_{补}$异号，上商0
	00.0100	0 0 0 0 0	左移一位
+	11.0010		$+[Y]_{补}$
	11.0110	0 0 0 0 1	$[R_3]_{补}$与$[Y]_{补}$同号，上商1
	10.1100	0 0 0 1 0	左移一位
		0 0 0 1 1	末位置1

4.8 设浮点数的格式为：阶码 5 位，尾数 6 位，均用补码表示，请计算 X+Y 和 X-Y。（阶码和尾数均用补码计算）。

（1） X= −1.625，Y=5.25

参考答案：

首先，写出 X 和 Y 的规格化浮点数

X=−1.101　　　　Y=101.01

$X=-0.1101\times2^{+1}$　　$Y=0.10101\times2^{+11}$

【X】$_{浮}$=0,0001 1.00110　　　　【Y】$_{浮}$=0,0011 0.10101

（a）求X＋Y

■对阶：X对向Y，X的尾数右移2位，X的阶码+2

【X】$_{浮}$=0,0011 1.11001 （10）

■尾数加法运算

11.11001 （10）

\+ 00.10101

00.01110 （10）

■结果规格化：双符号=00，无溢出；但是有1个前导零，需要左规1位：尾数左移1位，阶码-1

【M_{X+Y}】$_{补}$=0.11101（0）

【E_{X+Y}】$_{补}$=0.0010

■舍入：0舍去

【X＋Y】$_{浮}$=0.0010 0.11101

（b）求X－Y

■对阶：X对向Y，X的尾数右移2位，X的阶码+2

【X】$_{浮}$=0,0011 1.11001 （10）

■尾数减法运算：【−M_Y】$_{补}$=1.01011

11.11001 （10）

\+ 11.01011

11.00100 （10）

■结果规格化：无溢出，结果也已规格化

■舍入：入1

【X−Y】$_{浮}$=0.0011 1.00101

（2） X=15/64，Y=−29/256

参考答案：

首先，写出 X 和 Y 的规格化浮点数

X=0.001111 Y= -0.00011101

$X=0.11110\times2^{-10}$ $Y=-0.11101\times2^{-11}$

【X】$_{浮}$=1,1110 0.11110 【Y】$_{浮}$=1,1101 1.00011

（a）求X＋Y

■对阶：Y对向X，Y的尾数右移1位，Y的阶码+1

【Y】$_{浮}$=1,1110 1.10001 （1）

■尾数加法运算

00.11110

\+ 11.10001 （1）

00.01111 （1）

■结果规格化：双符号=00，无溢出；有1个前导零，左规1位：尾数左移1位，阶码-1

【M_{X+Y}】$_{补}$=0.11111

【E_{X+Y}】$_{补}$=1,1101

■舍入：

【X＋Y】$_{浮}$=1,1101 0.11111

（b）求X－Y

■对阶：Y对向X，Y的尾数右移1位，Y的阶码+1

【Y】$_{浮}$=1,1110 1.10001 （1）

■尾数减法运算：【−M_Y】$_{补}$=0.01110（1）

00.11110

\+ 00.01110 （1）

01.01100 （1）

■结果规格化：有溢出，结果需要右规1位，阶码+1

【M_{X+Y}】$_{补}$=0.10110 （01）

【E_{X+Y}】$_{补}$=1,1111

■舍入：舍

【X−Y】$_{浮}$=1,1111 0.10110

4.9 设浮点数的格式为：阶码 5 位，用移码表示，尾数 6 位，用补码表示，请计算 X*Y 和 X/Y（阶码用移码计算，尾数用任何一种机器数的串行乘除算法计算）。

（1） $X=5.25$，$Y=-1.625$

参考答案： 首先，写出 X 和 Y 的规格化浮点数

$X=101.01$　　　　　　$Y=-1.101$

$X=0.10101\times2^{+11}$　　　　　　$Y=-0.11010\times2^{+1}$

【X】浮= 0,0011 0.10101　　　　　　【Y】浮=0,0001 1.00110

（a）X*Y

◆ 阶码相加：使用移码计算

【E_X】补 = 0,0011　　【E_X】移 = 1,0011

【E_Y】补 = 0,0001　　【E_Y】移 = 1,0001

```
   01,0011
+  00,0001
-----------
   01,0100
```

无溢出，故【E_{X*Y}】移 = 1,0100

【E_{X*Y}】补 = 0,0100

◆ 尾数相乘：使用原码计算

$|M_X|$=0.10101　$|M_Y|$=0.11010

部分积	乘数Y	操作说明
0.00000	1 1 0 1 0	
+ 0.00000		$Y_5=0$，+0
0.00000		
0.00000	0 1 1 0 1	右移一位
+ 0.10101		$Y_4=1$，$+\vert X\vert$
0.10101		
0.01010	1 0 1 1 0	右移一位
+ 0.00000		$Y_3=0$，+0
0.01010		
0.00101	0 1 0 1 1	右移一位
+ 0.10101		$Y_2=1$，$+\vert X\vert$
0.11010		
0.01101	0 0 1 0 1	右移一位
+ 0.10101		$Y_1=1$，$+\vert X\vert$
1.00010		
0.10001	0 0 0 1 0	右移一位

$|M_{X*Y}|$=0.10001 00010

【M_{X*Y}】补= 1.01110 11110

◆ 结果规格化：结果已经规格化

◆ 舍入：入1

【X*Y】浮 = 0,0100 1.01111

（b）X÷Y

◆阶码相减：使用移码计算

【E_X】补 = 0,0011　　【E_X】移 = 1,0011

【E_Y】补 = 0,0001　　【$-E_Y$】补= 1,1111

```
   01,0011
+  11,1111
-----------
   01,0010
```

无溢出，故【$E_{X÷Y}$】移 = 1,0010

【$E_{X÷Y}$】补 = 0,0010

◆尾数相除：使用补码计算

$[M_X]_补$=00.10101　$[M_Y]_补$=11.00110

$[-M_Y]_补$=00.11010

被除数/余数	商Q	操作说明
00.10101	0 0 0 0 0 0	R_0与M_Y异号，商0
01.01010	0 0 0 0 0 0	左移一位
+ 11.00110		$+[M_Y]_补$
00.10000	0 0 0 0 0 0	R_1与M_Y异号，商0
01.00000	0 0 0 0 0 0	左移一位
+ 11.00110		$+[M_Y]_补$
00.00110	0 0 0 0 0 0	R_2与M_Y异号，商0
00.01100	0 0 0 0 0 0	左移一位
+ 11.00110		$+[M_Y]_补$
11.10010	0 0 0 0 0 1	R_3与M_Y同号，商1
11.00100	0 0 0 0 1 0	左移一位
+ 00.11010		$+[-M_Y]_补$
11.11110	0 0 0 0 1 1	R_4与M_Y同号，商1
11.11100	0 0 0 1 1 0	左移一位
	0 0 0 1 1 1	末位置1

符号取反，$[Q]_补$=1.00111

◆结果规格化：结果已经规格化

◆舍入：无

【X÷Y】浮 = 0,0010 1.00111

（2） $X=-29/256$，$Y=15/64$

参考答案： 首先，写出 X 和 Y 的规格化浮点数

$X=-0.00011101$　　　　　　$Y=0.001111$

$X=-0.11101\times2^{-11}$　　　　　　$Y=0.11110\times2^{-10}$

【X】浮= 1,1101 1.00011　　　　【Y】浮=1,1110 0.11110

（a）X*Y

◆阶码相加：使用移码计算

【E_X】补 = 1,1101　　【E_X】移 = 0,1101

【E_Y】补 = 1,1110 【E_Y】移 = 0,1110

```
  00,1101
+ 11,1110
  00,1011
```

无溢出，故【E_{X*Y}】移 = 0,1011

【E_{X*Y}】补 = 1,1011

◆尾数相乘：使用补码Booth算法计算

$[M_X]_补$=11.00011　　$[M_Y]_补$=0.11110

$[-M_X]_补$=00.11101

部分积	乘数Y ($Y_n Y_{n+1}$)	操作说明
00.00000	0.1 1 1 1 0 0	
+ 00.00000		Y_5Y_6=00,+0
00.00000		
00.00000	0 0.1 1 1 1 0	右移一位
+ 00.11101		Y_4Y_5=10,+$[-M_X]_补$
00.11101		
00.01110	1 0 0.1 1 1 1	右移一位
+ 00.00000		Y_3Y_4=11，+0
00.01110		
00.00111	0 1 0 0.1 1 1	右移一位
+ 00.00000		Y_2Y_3=00，+0
00.00111		
00.00011	1 0 1 0 0.1 1	右移一位
+ 00.00000		Y_1Y_2=00，+0
00.00011		
00.00001	1 1 0 1 0 0.1	右移一位
+ 11.00011		Y_0Y_1=01,+$[M_X]_补$
11.00100	1 1 0 1 0	

$[M_{X*Y}]_补$=1.00100 11010

◆结果规格化：结果已经规格化

◆舍入：入1

【X*Y】浮 = 1,1011 1.00101

（b）X÷Y

◆　阶码相减：使用移码计算

【E_X】补 = 1,1101　　【E_X】移 = 0,1101

【E_Y】补 = 1,1110　　【$-E_Y$】补 = 0,0010

```
  00,1101
+ 00,0010
  00,1111
```

无溢出，故【$E_{X÷Y}$】移 = 0,1111

【$E_{X÷Y}$】补 = 1,1111

◆尾数相除：使用原码加减交替法计算

$|M_X|$=00.11101　$|M_Y|$=00.11110

$[-|M_Y|]_补$=11.00010

被除数/余数	商Q	操作说明
00.11101	0 0 0 0 0 0	
+ 11.00010		+[-|M_Y|]补
11.11111	0 0 0 0 0 0	R_0<0，上商0
11.11110	0 0 0 0 0 0	左移一位
+ 00.11110		+|M_Y|
00.11100	0 0 0 0 0 1	R_1>0，上商1
01.11000	0 0 0 0 1 0	左移一位
+ 11.00010		+[-|M_Y|]补
00.11010	0 0 0 0 1 1	R_2>0，上商1
01.10100	0 0 0 1 1 0	左移一位
+ 11.00010		+[-|M_Y|]补
00.10110	0 0 0 1 1 1	R_3>0，上商1
01.01100	0 0 1 1 1 0	左移一位
+ 11.00010		+[-|M_Y|]补
00.01110	0 0 1 1 1 1	R_4>0，上商1
00.11100	0 1 1 1 1 0	左移一位
+ 11.00010		+[-|M_Y|]补
11.11110	0 1 1 1 1 0	R_5<0，上商0

$|M_{X÷Y}|$=0.11110　　【$M_{X÷Y}$】补=1.00010

◆结果规格化：结果已经规格化

◆舍入：无

【X÷Y】浮 = 1,1111 1.00010

4.10 假设浮点数加减运算时，尾数采用变形补码（模 4 补码）进行运算，运算结果形式为：M_{S1} M_{S2}.M_1 …… M_n，选择正确的答案写在横线上：

（1）　若尾数运算结果形式满足___A、H___条件时，结果需要左规；

（2）　若尾数运算结果形式满足___C、D、E、F___条件时，结果需要右规（1 次）；

（3）　若尾数运算结果形式满足___B、G___条件时，结果不需要规格化；

A．$M_{S1}M_{S2}.M_1=00.0$　　B．$M_{S1}M_{S2}.M_1=00.1$　　C．$M_{S1}M_{S2}.M_1=01.0$

D．$M_{S1}M_{S2}.M_1=01.1$　　E．$M_{S1}M_{S2}.M_1=10.0$　　F．$M_{S1}M_{S2}.M_1=10.1$

G．$M_{S1}M_{S2}.M_1=11.0$　　H．$M_{S1}M_{S2}.M_1=11.1$

4.11 浮点数运算的溢出判断，取决于___C___。

A．尾数是否上溢　　B．尾数是否下溢

C．阶码是否上溢　　D．阶码是否下溢

4.12 设$[X]_{补}=X_0.X_1……X_n$，X 必须满足___A、B___条件时，X 左移一位求 2X 时，才不会发生溢出。

A．$X_0.X_1=0.0$　　B．$X_0.X_1=1.1$　　C．$X_0.X_1=0.1$　　D．$X_0.X_1=1.0$

4.13 设机器字长 8 位，若机器数 DAH 为补码，则算术左移一位后为___A___，算术右移一位后为___E___。

A．B4H　　B．B5H　　C．F4H　　D．6DH　　E．EDH

4.14 在计算机内，减法一般用___C___来实现。

A．二进制减法器　　B．十进制减法器

C．二进制补码加法器　　D．十进制加法器

4.15 设某运算器由一个加法器Σ、两个暂存器 A 和 B（D 型边沿寄存器）、一个状态寄存器、一个二选一多路选择器构成，如图 4.1 所示。加法器具有 F=A、F=B 和 F=A+B 这 3 种功能；A、B 均可接收加法器的输出，A 还可以接收外部输入数据 D。问：

参考答案：

（1） 描述外部数据 D 传送到暂存器 B 的过程，写出发送的信号序列。

- ◆ D→A：S 选择 A=D，同时发 CPA
- ◆ A→Σ→B：发送 A→Σ 信号、ALU 选择 F=A 功能、发送 CPB 信号

（2） 如何实现操作 A+B→A 和 A+B→B？写出发送的信号序列。

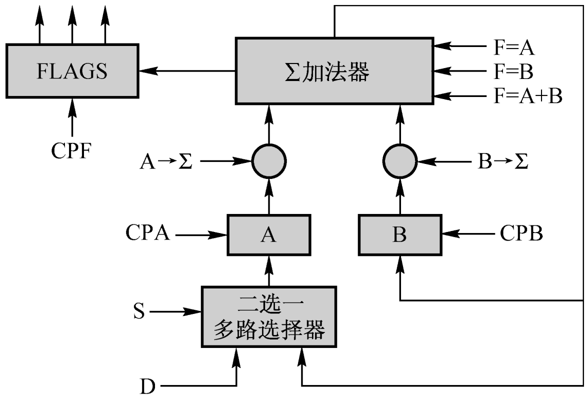
- ◆ A+B→A 操作发送信号：A→Σ、B→Σ、F=A+B、S 选择 A=F、CPA
- ◆ A+B→B 操作发送信号：A→Σ、B→Σ、F=A+B、CPB

（3） 可以实现操作 D+A→A 和 D+B→B 吗？如果可以，请写出发送的信号序列。

- ◆ D+A→A 操作在一个周期中无法完成，必须分 3 个周期：
  - ■ A→B：发送 A→Σ，F=A，CPB
  - ■ D→A：S 选择 A=D，同时发 CPA
  - ■ A+B→A：A→Σ、B→Σ、F=A+B、S 选择 A=F、CPA
- ◆ D+B→B 操作：发送信号 S 选择 A=D，CPA；A→Σ，B→Σ、F=A+B，CPB

（4） 若 A、B 均为锁存器（电平触发的寄存器），那么实现操作 A+B→A 和 A+B→B 时有问题吗？为什么？

- ◆ 有问题，因为在 CPA 和 CPB 有效时（高电平），A 和 B 锁存器的输出端随着输入端的变化而变化，所以，A+B 的和又作为加数进行第二次加，可能进行的是 A+（A+B）+…….。



4.1 习题 4.15 图示

4.16 程序顺序执行如下两条指令，试写出运算结果及其标志位，并分析各标志的意义。

MOV AL，7FH

ADD AL，80H

参考答案：

运算结果：FFH

CF=0 ZF=0 SF=1 OF=0 PF=1

4.17 程序顺序执行如下两条指令，试写出运算结果及其标志位，并分析各标志的意义。

MOV AL，7FH

SUB AL，1

参考答案：

$$\begin{array}{r} 0111\ 1111 \\ +\ 1111\ 1111 \\ \hline 0111\ 1110 \end{array}$$

结果：7EH

CF=0 ZF=0 SF=0 OF=0 PF=1