

2-3 數字系統

[\(回首頁 \)](#)

- 二進位(Binary; bin)→0,1
- 八進位(Octal; oct)→0,1,2,3,4,5,6,7
- 十進位(Decimal; dec)→0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- 十六進位(Hexadecimal; hex)→0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F(A代表10, B代表11, C代表12, D代表13, E代表14, F代表15)
- 表示方式
 - 二進位→ $(1111)_2$ 或 $(1111)_B$
 - 八進位→ $(567)_8$ 或 $(567)_O$
 - 十六進位→ $(2EF)_{16}$ 或 $(2EF)_H$

(一)十進位數字系統

10進制系統是以10為基底，簡單來說就是『逢十進位』的數字系統。

共有0、1、2、3、4、5、6、7、8、9等十個符號，再加上位數(每個位數表示十的不同乘幂)就可以表示出數值的大小，例如24596其意義就是代表著：

數字	2	4	5	9	6
次方	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
位值	萬	千	百	十	個
說明： 24596 $=2 \times 10^4 + 4 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 6 \times 10^0$ $=20000 + 4000 + 500 + 90 + 6 = (24596)$ 10					

各進位間轉換

(二)二進位數字轉換為十進位

2進制系統是以2為基底，簡單來說就是『逢二進位』的數字系統。

二進位(Binary)的運算原理與十進位一樣，其主要差異就是只有0,1兩個符號，再加上位數(每個位數表示二的不同乘幂)就可以表示出數值的大小，例如100111其意義就是代表著：

數字	1	1	1	1
次方	2^3	2^2	2^1	2^0

十進位	8	4	2	1
說明：				
$(1111)_2$				
$=1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$				
$=8 + 4 + 2 + 1$				
$= (15)_{10}$				

如果要將二進位變換成十進位，其方法與過程如下：

步驟 1：二進位數最右數字乘 1（即等於乘上 (2^0) ）

步驟 2：二進位數次右數字乘 2（即等於乘上 (2^1) ）

步驟 3：二進位數再次右數字乘 4（即等於乘上 (2^2) ）

步驟 4：依次類推，以十進位的加法將之得數加起來即可得出相等的十進位數。

舉例來說，以二進位數字系統表示 100111 的值應為：

$$100111 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 = 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1 = (39)_{10}$$

若含小數點則如下：

$$(111100.111)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (60.875)_{10}$$

92() 二進位表示法為 **1111**，其十進位表示法為 **256**。

539() 下列那一個數字不是二進位數的表示法？(1)101(2)1A(3)1(4)11001。

(三)八進制數字轉換為十進位

8進制系統是以8為基底，簡單來說就是『逢八進位』的數字系統。

八進位數字系統是以0，1，2，3，4，5，6，7共8個數字為基本符號來表示數字，再加上位數(每個位數表示八的不同乘冪)就可以表示出數值的大小，例如**123**其意義就是代表著：

數字	1	2	3
次方	8^2	8^1	8^0
十進位	64	8	1
說明：			
$(123)_8$			
$=1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 3 \times 8^0$			
$=64 + 16 + 3$			

$$= (83)_{10}$$

如果要將八進位變換成十進位，其方法與過程如下：

步驟 1：八進位數最右數字乘 1〔即等於乘上 (8^0) 〕

步驟 2：八進位數次右數字乘 8〔即等於乘上 (8^1) 〕

步驟 3：八進位數再次右數字乘 64〔即等於乘上 (8^2) 〕

步驟 4：依次類推，以十進位的加法將之得數加起來即可得出相等的十進位數。

101()八進位表示法為123，其十進位表示為83。

(四)十六進制數字轉換為十進位

16進制系統是以16為基底，簡單來說就是『逢十六進位』的數字系統。

十六進制以16為底的數字系統，使用0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，A，B，C，D，E，F(A代表10，B代表11，C代表12，D代表13，E代表14，F代表15)等合計16個基本符號來表示數字。再加上位數(每個位數表示十六的不同乘幂)就可以表示出數值的大小，例如7D1其意義就是代表著：

數字	7	D	1
次方	16^2	16^1	16^0
十進位	256	16	1
說明： $(7D1)_{16}$ $= 7 \times 16^2 + D \times 16^1 + 1 \times 16^0$ $= 1792 + 208 + 1$ $= (2001)_{10}$			

如果要將十六進位變換成十進位，其方法與過程如下：

步驟 1：十六進位數最右數字乘 1〔即等於乘上 (16^0) 〕

步驟 2：十六進位數次右數字乘 16〔即等於乘上 (16^1) 〕

步驟 3：十六進位數再次右數字乘 256〔即等於乘上 (16^2) 〕

步驟 4：依次類推，以十進位的加法將之得數加起來即可得出相等的十進位數。

97()十六進位表示法為7D1，其十進位表示為2001。

(五)十進位數字轉換為二進位

1.一般均採用除法：

如果要將十進位整數部份變換成二進位，其方法與過程如下：

步驟 1：將進位的數除以2，求其商及餘數

步驟 2：若商不為1，則繼續步驟 1，否則進行步驟 3

步驟 3：把經連除 2 的餘數，依序由右向左排列，而得相當的二進位數

【例】將 $(39)_{10}$ 換算成二進位

商	餘數
$39 \div 2 = 19 \dots\dots\dots 1$	↑
$19 \div 2 = 9 \dots\dots\dots 1$	
$9 \div 2 = 4 \dots\dots\dots 1$	
$4 \div 2 = 2 \dots\dots\dots 0$	
$2 \div 2 = 1 \dots\dots\dots 0$	
	寫法為由下而上

答案： $(39)_{10} = (100111)_2$

2.採簡化法：

將所要轉換的十進位數字去作下列表格之分配。方法為去先行減去比該十進位數字小之表格中之被減數後，將對應到的表格填上1，再將其餘數同樣去減去比該餘數小之表格中之被減數後，將對應到的表格填上1，直到餘數為0止。此時再將沒有填到之表格補0。

數字	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
次方	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
被減數	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125
填入1和0				1	1	1	1			1	1	1

【例】將 $(60.875)_{10}$ 換算成二進位

60.875	
— 32	將對應到的表格填上 1

28.875	
— 16	將對應到的表格填上 1

12.875	
— 8	將對應到的表格填上 1

4.875	
— 4	將對應到的表格填上 1

$$\begin{array}{r}
 0.875 \\
 - 0.5 \quad \text{將對應到的表格填上 1} \\
 \hline
 0.375 \\
 - 0.25 \quad \text{將對應到的表格填上 1} \\
 \hline
 0.125 \\
 - 0.125 \quad \text{將對應到的表格填上 1} \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

即求得 $(60.875)_{10} = (111100.111)_2$

即 $(60.875)_{10}$ 由 32 與 16 與 8 與 4 與 0.5 與 0.25 與 0.125 所組合而成的。將有組合到的數寫

1, 沒有填到的寫 0, 就是二進位之值。所以可知 $2^8 = 256$, $2^9 = 512$, 若一年以 365 日計算, 則須使用九位元才可表示該數目。

94 () 十進位表示法為 39, 其二進位表示為 100111。

613 () 十進制 (60.875) 以二進制表示為 (1)110110.111(2)101110.110(3)111100.111(4)110100.110。

663 () 若一年以 365 日計算, 則須使用多少位元才可表示該數目? (1)1(2)9(3)18(4)2。

(六)十進位數字轉換為八進位

1.一般均採用除法：

如果要將十進位整數部份變換成八進位, 其方法與過程如下：

步驟 1：將進位的數除以 8, 求其商及餘數

步驟 2：若商不為 1, 則繼續步驟 1, 否則進行步驟 3

步驟 3：把經連除 8 的餘數, 依序由右向左排列, 而得相當的八進位數

【例】將 $(77)_{10}$ 換算成八進位

商	餘數
$77 \div 8 = 9 \dots\dots 5$	↑
$9 \div 8 = 1 \dots\dots 1$	
	

寫法為由下而上

所以 $(77)_{10} = (115)_8$

2.採簡化法：

將所要轉換的十進位數字先求出二進位後。因八是 2 的 3 次方, 所以將此二進位從右開始, 取 3 個一組, 解出其值, 便得結果。

例如: $(77)_{10} = 64 + 8 + 4 + 1 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = (1001101)_2 = (1,001,101)_2 =$

$$(1,1,5)_8 = (115)_8$$

95()十進位表示法為77，其八進位表示為166。

(七)十進位數字轉換為十六進位

1.一般均採用除法：

如果要將十進位整數部份變換成十六進位，其方法與過程如下：

步驟 1：將進位的數除以16，求其商及餘數

步驟 2：若商不為1，則繼續步驟 1，否則進行步驟 3

步驟 3：把經連除16的餘數，依序由右向左排列，而得相當的八進位數

【例】將 $(100)_{10}$ 換算成十六進位

商	餘數
$100 \div 16 = 6 \dots\dots\dots 4$	$\uparrow$
寫法為由下而上	

$$\text{所以 } (100)_{10} = (64)_{16}$$

2.採簡化法：

將所要轉換的十進位數字先求出二進位後。因十六是2的4次方，所以將此二進位從右開始，取4個一組，解出其值，便得結果。

$$\text{例如: } (17)_{10} = 16 + 1 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^0 = (10001)_2 = (1,0001)_2 = (1,1)_{16} = (11)_{16}$$

96()十進位表示法為100，其十六進位表示為64。

554()10進制表示法的17在16進制中應如何表示？(1)17(2)11(3)10(4)21。

(八)二進位數字轉換為八進位

1.採簡化法：

因八是2的3次方，所以將此二進位從右開始，取3個一組，解出其值，便得結果。

$$\text{例如: } (1010101)_2 = (1,010,101)_2 = (1,2,5)_8 = (125)_8$$

91()二進位表示法為1010101，其八進位表示法為126。

(九)二進位數字轉換為十六進位

1.採簡化法：

因十六是2的4次方，所以將此二進位從右開始，取4個一組，解出其值，便得結果。

$$\text{例如: } 1.(11000011)_2 = (1100,0011)_2 = (C,3)_{16} = (C3)_{16}$$

$$2.(1101001)_2 = (110,1001)_2 = (6,9)_{16} = (69)_{16}$$

$$3.(1011,1001,1100,0011)_2 = (B,9,C,3)_{16} = (B9C3)_{16}$$

93 ()二進位表示法為11000011，其十六進位表示法為C4。

576()二進制數值1101001轉換為十六進制時，其值為(1)69(2)39(3)8A(4)7A。

615()二進制1011, 1001, 1100, 0011以十六進制表示為(1)C9E3(2)A9D3(3)B9C3(4)C8E4。

(十)八進位數字轉換為二進位

1.採簡化法：

因八是2的3次方，所以將此每個八進位從右開始，化為3個一組的二進位後，解出其值，便得結果。

例如： $(66)_8 = (110,110)_2 = (110110)_2$

102()八進位表示法為66，其二進位表示為110111。

(十一)十六進位數字轉換為二進位

1.採簡化法：

因十六是2的4次方，所以將此每個十六進位從右開始，化為4個一組的二進位後，解出其值，便得結果。

例如： $(F0)_{16} = (1111,0000)_2 = (11110000)_2$

99()十六進位表示法為F0，其二進位表示為00001111。

(十二)八進位數字轉換為十六進位

1.採簡化法：

將所要轉換的八進位數字先求出二進位後再轉換為十六進位。因八是2的3次方，所以將此每個八進位從右開始，化為3個一組的二進位後，綜合全部二進位，因十六是2的4次方，所以將此二進位從右開始，取4個一組，解出其值，便得結果。

例如： $1.(777)_8 = (111,111,111)_2 = (1,1111,1111)_2 = (1,F,F)_{16} = (1FF)_{16}$

$2.(2345.67)_8 = (10,011,100,101.110,111)_2 = (100,1110,0101.1101,1100)_2 = (4,E,5,D,C)_{16} = (4E5.DC)_{16}$

$3.(456)_8 = (100,101,110)_2 = (1,0010,1110)_2 = (1,2,E)_{16} = (12E)_{16}$

100()八進位表示法為777，其十六進位表示為1FF。

628()請將下列八進位數值轉換成十六進位： $(2345.67)_8 = ()_{16}$ (1) $(59.13)_{16}$ (2) $(95.13)_{16}$ (3) $(45E.DC)_{16}$ (4) $(4E5.DC)_{16}$ 。

632()請換算右列之數值， $(456)_8 = ()_{16}$ (1) 12F (2) 12E (3) 12D (4) 228。

(十三)十六進位數字轉換為八進位

1.採簡化法：

將所要轉換的十六進位數字先求出二進位後再轉換為八進位。因十六是2的4次方，所以將此每個十六進位從右開始，化為4個一組的二進位後，綜合全部二進位，因八是2的3次方，所以將此二進位從右開始，取3個一組，解出其值，便得結果。

例如： $(1A1B)_{16} = (1,1010,0001,1011)_2 = (1,101,000,011,011)_2 = (1,5,0,3,3)_8 = (15033)_8$

98()十六進位表示法為1A1B，其八進位表示為6684。

(十四)二進位加法運算

要領: 1. $0+0=0$

2. $0+1=1$

3. $1+1=10$ (唸壹零)

例:

$$\begin{array}{r} 1101 \\ +) 1011 \\ \hline 11000 \end{array} \quad \leftarrow \text{逢"二"進一且變爲0}$$

(十五)八進位加法運算

要領: 相當於十進制的加法，只是其爲『逢八進位』。

例:

$$\begin{array}{r} (23.4)_8 \\ + (56.4)_8 \\ \hline (102.0)_8 \end{array} \quad \leftarrow \text{逢"八"進一且變爲0}$$

627()下列兩個八進位數值之和爲何？ $(23.4) + (56.4) =$ (1) (66.0) (2) (102.0) (3) (79.8) (4) (515.10) 。

(十六)二進制減法運算

要領: 1. $0 - 0 = 0$

2. $1 - 1 = 0$

3. $1 - 0 = 1$

4. $0 - 1 = 1$ (向左位借一來減)

例:

$$\begin{array}{r} 11011 \\ - 10010 \\ \hline 01001 \end{array} \quad \begin{array}{l} 27 \\ \text{相當於十進制} \\ 18 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ \\ \hline 9 \end{array}$$

(十七)補數運算

電腦最基本的運算方式爲加法。因電腦上爲了簡化減法與除法的電路設計，因此，遂採用補數的方法來表示負數。利用加法，加其負數(用2的補數表示法代替)，即得減法功效。若利用8 bit來表達整數型態資料，且最左位元0代表正數，1代表負數，負數與正數間互爲2的補數，則可表示之範圍爲 $-128 \sim +127$ ，即 $-2^{n-1} \sim +2^{n-1}$ 。

1的補數求法：要領: 將1變0，0變1。

例如: 求(00001101)的1's補數----->爲(11110010)

27 ()若利用8 bit來表達整數型態資料，且最左位元0代表正數，1代表負數，負數與正數間互爲2的補數，則可表示之範圍爲0~255。

584()電腦最基本的運算方式爲何？(1)加法(2)除法(3)減法(4)乘法。

574()通常電腦內部表示負的整數是用(1)2的補數表示法(2)8的補數表示法(3)10的補數表示法(4)9的補數表示法。

597()00001101之1的補數是？(1)11110011(2)11110010(3)10001101(4)00001110。

2的補數求法：要領:先求1的補數，把結果加1。

例如: 求 $(1101111001)_2$ 的2'S補數

1101111001 → 將1變0，0變1

0010000110 ← 1'S補數

+) 1 → 把結果加1

0010000111 ← 2'S補數

587()1101111001之2的補數為下列何者？(1)1111111001(2)1101111010(3)0010000111
(4)0010000110。

631()二進位數值 01101101，其2的補數值為(1)01101101(2)10010010(3)10010011(4)
01101110。

(十八)同位檢查(Parity Checking)

二進位編碼所組成的資料在運用時，通常會另加一個bit，用來檢查資料是否正確，此bit稱為同位檢查(Parity Checking)，它是一項資料錯誤檢查的技術，例如：011110100中的1之個數為5，為具有奇同位性，而111111110中的1之個數為8，為具有偶同位性。

603()同位檢查(Parity Checking)是一項資料錯誤檢查的技術，下列何者不具有偶同位性？
(1)111111110(2)101110000(3)011110100(4)011100001。

623()二進位編碼所組成的資料在運用時，通常會另加一個bit，用來檢查資料是否正確，此bit稱為(1)check bit(2)extended bit(3)parity bit(4)redundancy bit。

[\(課後測驗 \)](#)

[\(回首頁 \)](#)