



東北大學 秦皇島分校

NORTHEASTERN UNIVERSITY AT QINHUANGDAO

电子技术基础

计算机与通信工程学院

柏禄一

Email: blovdew@126.com

综合楼1225



本课程的性质和任务

- 性质

电子技术基础是电子信息、通信工程、计算机科学与技术、物联网工程等专业在电子技术方面入门性质的专业基础课

- 任务

本课程的任务是使学生获得电子技术方面的基本理论、基础知识和基本技能，培养学生分析问题和解决问题的能力，为深入学习专业课打下良好的基础。



如何学好这门课

- 电子技术基础是一门全新的课程，任何同学只要认真的下点功夫就一定能学好。
- 数字部分比模拟部分好学。
- 重视习题。
- 重视实验课。实验培养动手能力，同时有助于理论的深化，希望大家加强重视。



教材

康华光：电子技术基础（第六版）
高等教育出版社，2014.1

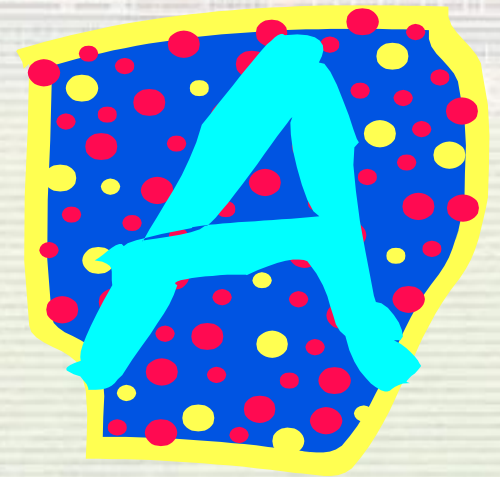


考试成绩

- 平时成绩

（书面作业、实验、出勤）

- 期末考试





第1章 数字逻辑概论

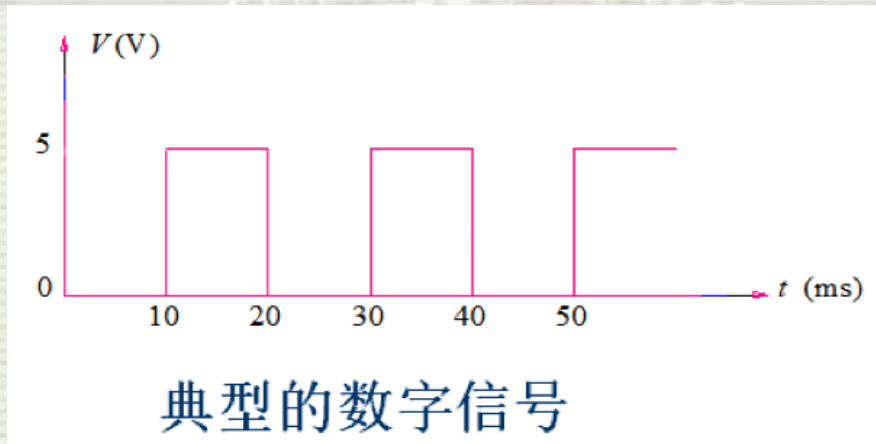
- 1.1 数字信号与数字电路
- 1.2 数制
- 1.3 二进制数的算术运算
- 1.4 二进制代码
- 1.5 二值逻辑变量与基本逻辑
- 1.6 逻辑函数及其表示方法



1.1 数字信号与数字电路

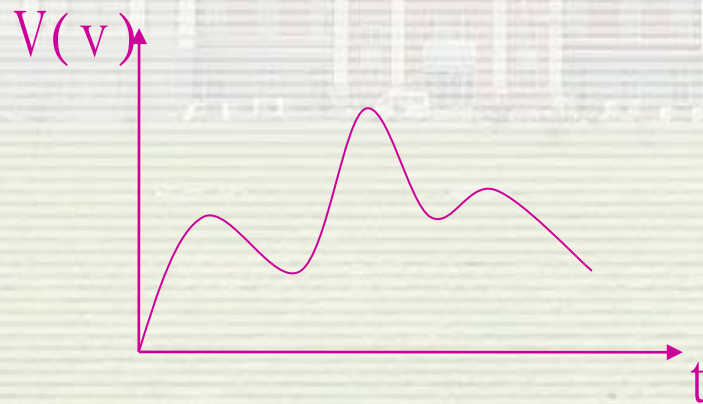
◆ 数字量和模拟量

- 数字量:时间上、数量上都离散的物理量
- 数字信号:表示数字量的信号
- 数字电路:工作在数字信号下的电子电路





- 模拟量**:时间连续或数值连续的物理量
- 模拟信号**:表示模拟量的信号
- 模拟电路**:工作在模拟信号下的电子电路



典型模拟信号



◆电子电路的分类:

根据功能:

模拟电路和数字电路

◆数字电路的分类:

根据电路的结构特点:

组合逻辑电路和时序逻辑电路



◆数字电路的分类:

根据集成度:

小规模(SSI)、中规模(MSI)、大规模(LSI)、
超大规模(VLSI)、甚大规模(ULSI)集成电路

分类	门的个数	典型集成电路
小规模	最多12个	逻辑门、触发器
中规模	12-99	计数器、加法器
大规模	100-9999	小型存储器、门阵列
超大规模	10000-99999	大型存储器、微处理器
甚大规模	10^6 以上	可编程逻辑器件、多功能专用集成电路



◆数字信号的描述方法:

●二值数字逻辑和逻辑电平

用**0**、**1**两种值表示，即二值数字逻辑

在电路中，用高、低电平分别表示逻辑**1**和逻辑**0**
两种状态

电压	二值逻辑	电平
3.5-5V	1	H（高电平）
0-1.5V	0	L（低电平）

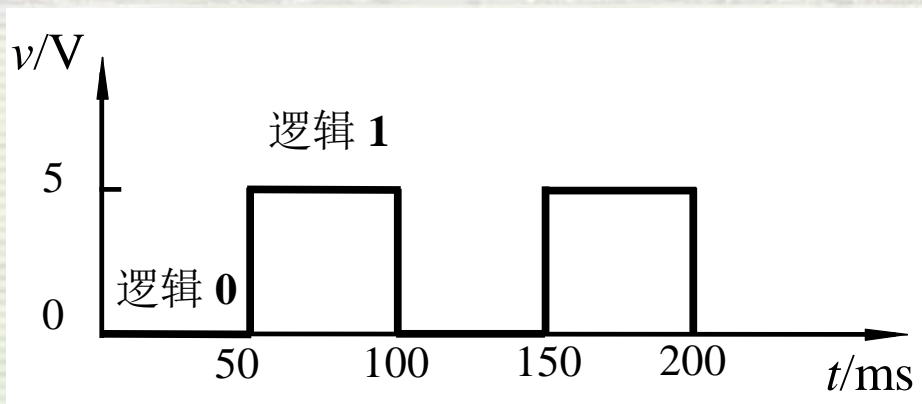


◆ 数字信号的描述方法:

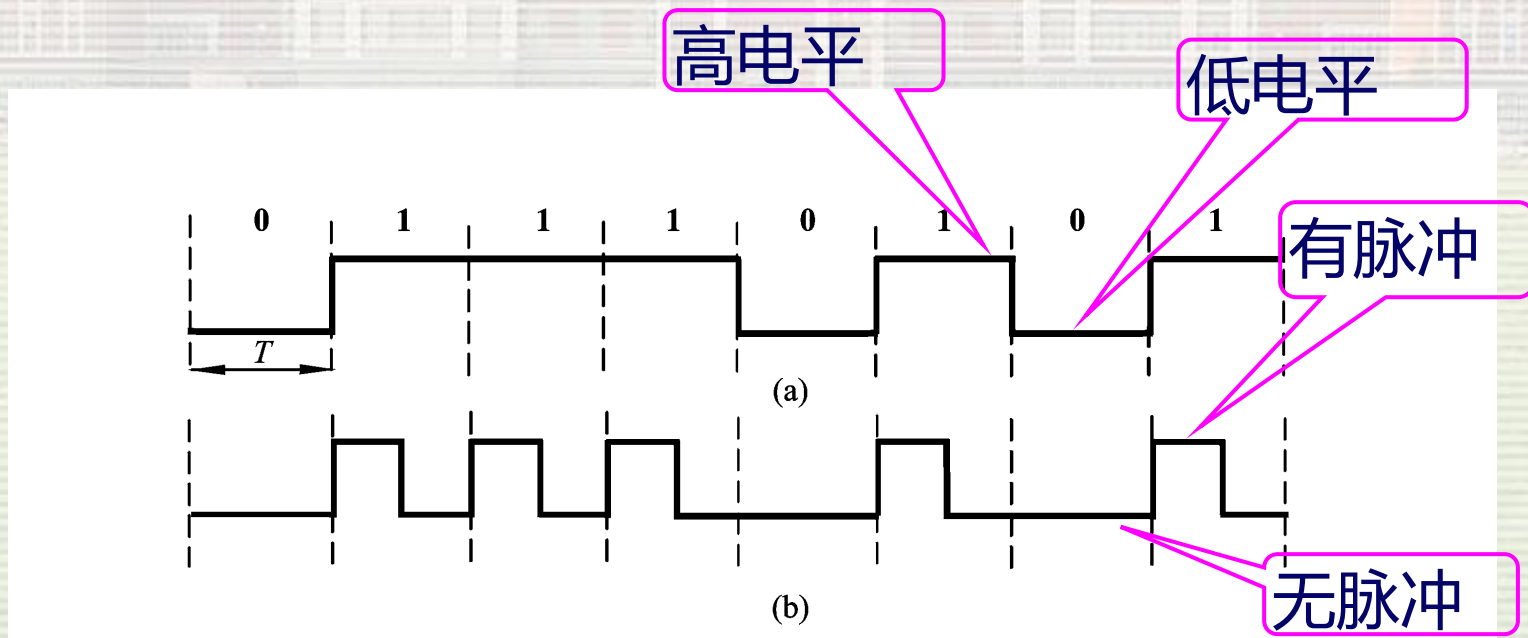
● 数字波形: 是信号逻辑电平对时间的图形表示

(a) 用逻辑电平描述的数字波形

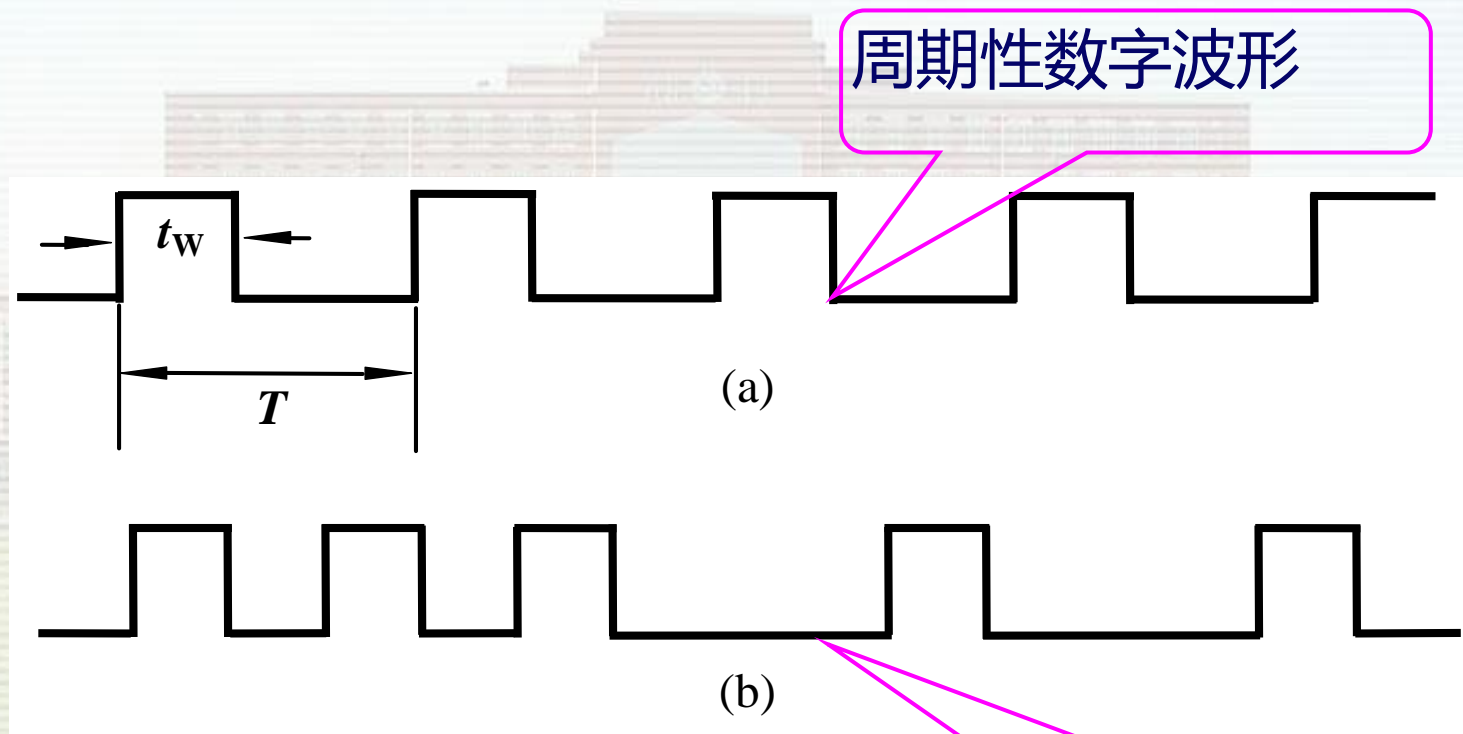
(b) 数字波形的常规表示



- (1)数字波形的两种类型:
- ***非归零型**: 如果一个时间拍内用高电平代表1, 低电平代表0
- ***归零型**: 如果在一个时间拍内有脉冲代表1, 无脉冲代表0
- 一定的时间间隔 T , 称为1位 (bit), 或者一拍。
- 比特率 ----- 每秒钟传输数据的位数



(2) 周期性和非周期性



占空比 Q ----- 表示脉冲宽度占整个周期的百分比

$$q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\%$$



例1.1.1 某通信系统每秒钟传输1544000位(1.544兆位)数据，求每位数据的时间。

解：按题意，每位数据的时间为

$$\left[\frac{1.544 \times 10^6}{1\text{s}} \right]^{-1} = 647.67 \times 10^{-9} \text{s} = 648 \text{ns}$$



例1.1.2 设周期性数字波形的高电平持续6ms，低电平持续10ms，求占空比 q 。

解：因数字波形的脉冲宽度 $t_w=6\text{ms}$ ，周期 $T=6\text{ms}+10\text{ms}=16\text{ms}$ 。

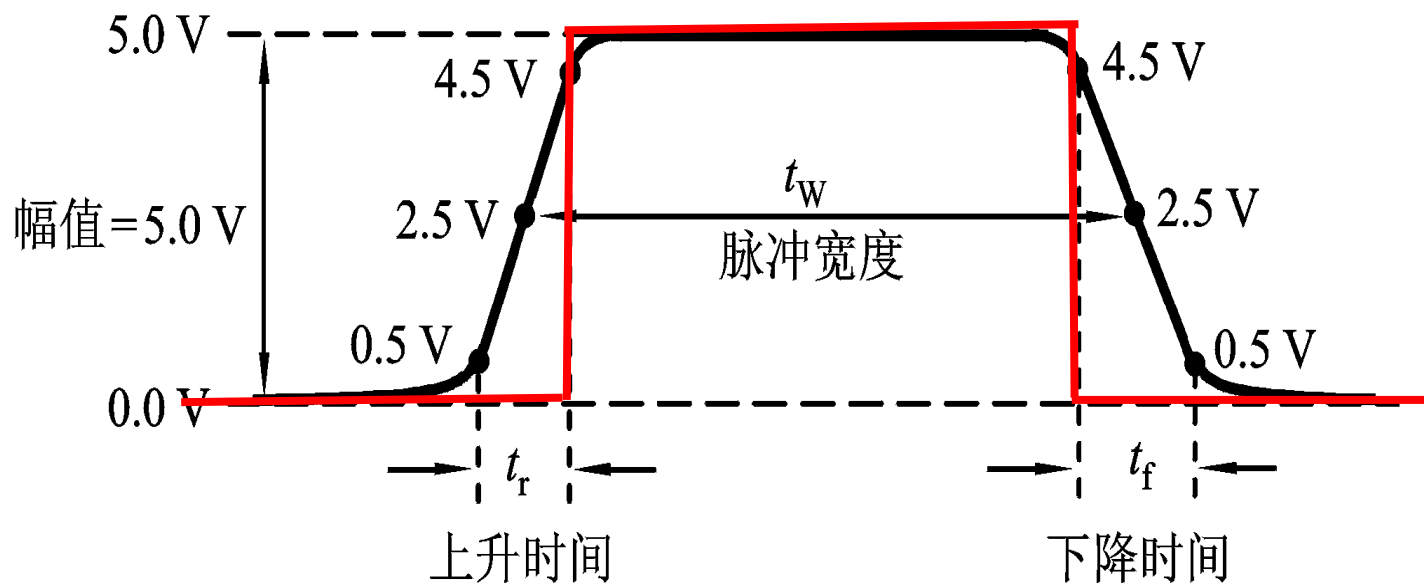
$$q = \frac{6\text{ms}}{16\text{ms}} \times 100\% = 37.5\%$$



(3) 实际脉冲波形及主要参数

理想脉冲波形

非理想脉冲波形



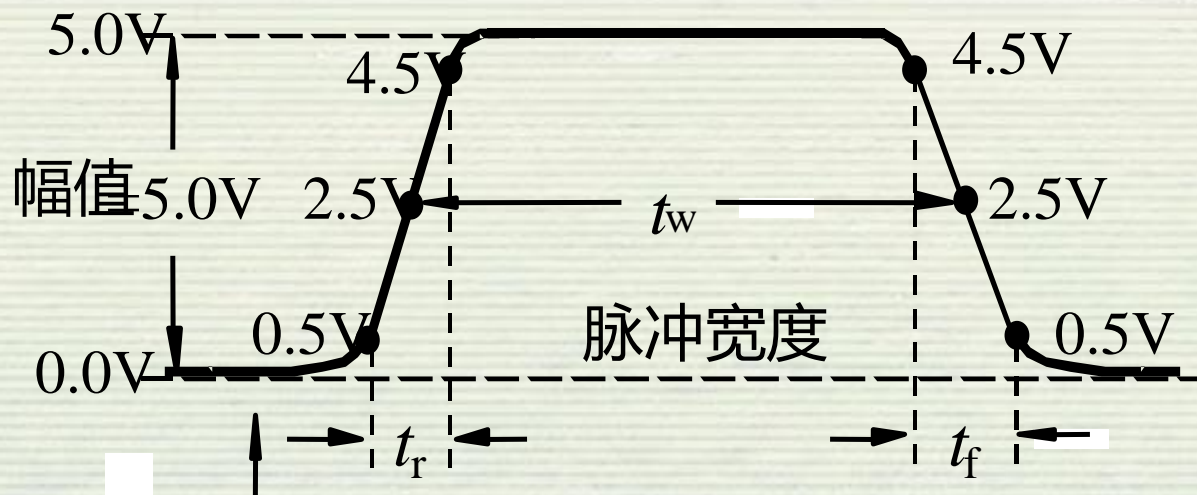
几个主要参数:

周期 (T) ---- 表示两个相邻脉冲之间的时间间隔

脉冲宽度 (t_w) ---- 脉冲幅值的50%的两个时间所跨越的时间

占空比 Q ----- 表示脉冲宽度占整个周期的百分比

上升时间 t_r 和下降时间 t_f ---- 从脉冲幅值的10%到90% 上升下降所经历的时间(典型值ns)





1.2 数制

用数字量表示物理量的大小时，仅用一位数码往往不够用，通常要用多位

一、数制：多位数码中每一位的构成方法以及从低位到高位的进位规则

- 十进制 **Decimal system** (逢十进一)
- 二进制 **Binary system** (逢二进一)
- 八进制 **Octal system** (逢八进一)
- 十六进制 **Hexadecimal system** (逢十六进一)



十进制 **Decimal system**(逢十进一)

码: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**

基: **10**

权: 10^i

表达式: $D = \sum k_i \times 10^i$

$$(4587.29)_{10} = 4 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 9 \times 10^{-2}$$

$$(143.75)_{10} = 1 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$



- 二进制 **Binary system**(逢二进一)

码: 0, 1

基: 2

权: 2^i

表达式: $D = \sum k_i \times 2^i$

$$(1010110)_B = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = (86)_D$$

$$(101.11)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (5.75)_{10}$$



- 八进制 (逢八进一)

码: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

基: 8

权: 8^i

表达式: $D = \sum k_i \times 8^i$

$$(74.5)_8 = 7 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} = (60.625)_{10}$$



- 十六进制 **Hexadecimal**(逢十六进一)

码: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F**

基: **16**

权: 16^i

表达式: $D = \sum k_i \times 16^i$

例如 $(A6.C)_H = 10 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1}$

$$(2A.7F)_{16} = 2 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 7 \times 16^{-1} + 15 \times 16^{-2} = (42.4960937)_{10}$$



二、数制转换

二-十进制

1、十一二转换

整数：除2求余

	余数	
2 173	1	最低位
2 86	0	
2 43	1	
2 21	1	
2 10	0	
2 5	1	
2 2	0	
2 1	1	最高位
0		

读
数
顺
序

故 $(173)_{10} = (10101101)_2$

小数：乘2取整

0.8125	0.2500
$\times 2$	$\times 2$
1.6250	0.5000
0.6250	0.5000
$\times 2$	$\times 2$
1.2500	1.0000

故 $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$



例1.2.2 将十进制数 $(37)_D$ 转换为二进制数。

解：根据上述原理，可将 $(37)_D$ 按如下的步骤转换为二进制数

$$\begin{array}{rcll} 2 & \overline{) 37} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 1 \quad \cdots b_0 \\ 2 & \overline{) 18} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 0 \quad \cdots b_1 \\ 2 & \overline{) 9} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 1 \quad \cdots b_2 \\ 2 & \overline{) 4} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 0 \quad \cdots b_3 \\ 2 & \overline{) 2} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 0 \quad \cdots b_4 \\ 2 & \overline{) 1} & \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots & \text{余 } 1 \quad \cdots b_5 \\ & 0 & & \end{array}$$

由上得 $(37)_D = (100101)_B$

当十进制数较大时，有什么方法使转换过程简化？



将十进制数和与其相当的2的幂项对比

例1.2.3 将(133)_D转换为二进制数

解：由于 2^7 为128，而 $133 - 128 = 5 = 2^2 + 2^0$ ，

所以对应二进制数 $b_7=1$ ， $b_2=1$ ， $b_0=1$ ，其余各系数均为0，

所以，得

$$(133)_D = (10000101)_B$$

例 将十进制小数 $(0.39)_D$ 转换成二进制数,要求精度达到1%

解 由于精度要求达到1%，需要精确到二进制小数7位，即 $1/2^7=1/128$ 。

$0.39 \times 2 = 0.78$	$b_{-1} = 0$	$0.24 \times 2 = 0.48$	$b_{-5} = 0$
$0.78 \times 2 = 1.56$	$b_{-2} = 1$	$0.48 \times 2 = 0.96$	$b_{-6} = 0$
$0.56 \times 2 = 1.12$	$b_{-3} = 1$	$0.96 \times 2 = 1.92$	$b_{-7} = 1$
$0.12 \times 2 = 0.24$	$b_{-4} = 0$	$0.92 \times 2 = 1.84$	$b_{-8} = 1$

计算时要多算1位，然后考虑“4舍5入”。 $b_{-8} = 1$ 产生进位。

$$(0.39)_D = (0.0110010)_B$$



2、二—十转换

展开，各项数值按十进制相加

例如：

$$\begin{aligned}(1011.01)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= (11.25)_{10}\end{aligned}$$



• 二-八进制

1、二进制转换为八进制

例：二进制： 110011101.001

二—八进制： 110 011 101.001

八进制： 6 3 5. 1

$$[110011101.001]_2 = [635.1]_8$$

2、八进制转换为二进制

例：八进制： 3 4 5. 1

八—二进制： 011 100 101.001

二进制： 011100101.001

$$[345.1]_8 = [011100101.001]_2$$



• 二-十六进制

1、二进制转换为十六进制

例： 二进制： 01011110.10110010

二—十六进制： 0101 1110.1011 0010

十六进制： 5 E. B 2

$$[01011110 .10110010]_2 = [5E.B2]_{16}$$

2、十六进制转换为二进制

例： 十六进制： 8 F A. C 6

十六—二进制： 1000 1111 1010.1100 0110

二进制： 100011111010.11000110

$$[8FA.C6]_{16} = [1000111110 10.11000110]_2$$



表 1.2.1 几种数制之间的关系对照表

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	0 0 0 0 0	0	0
1	0 0 0 0 1	1	1
2	0 0 0 1 0	2	2
3	0 0 0 1 1	3	3
4	0 0 1 0 0	4	4
5	0 0 1 0 1	5	5
6	0 0 1 1 0	6	6
7	0 0 1 1 1	7	7
8	0 1 0 0 0	10	8
9	0 1 0 0 1	11	9
10	0 1 0 1 0	12	A
11	0 1 0 1 1	13	B
12	0 1 1 0 0	14	C
13	0 1 1 0 1	15	D
14	0 1 1 1 0	16	E
15	0 1 1 1 1	17	F
16	1 0 0 0 0	20	10
17	1 0 0 0 1	21	11
18	1 0 0 1 0	22	12
19	1 0 0 1 1	23	13
20	1 0 1 0 0	24	14