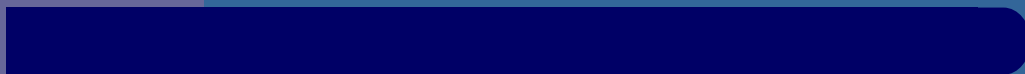


# 数字电路与逻辑设计



# 名词解释:

## 数字 电路 与 逻辑 设计

### (1) 数字

亦称“数码”，用来记数的符号。现在世界上最通用的是阿拉伯数字：0，1，2，3，4，5，6，7，8，9。（《辞海（1989年版）》P1662）

### (2) 电路

组成电流路径的各种装置及电源的总体。（《辞海（1989年版）》P1547）

### (3) 逻辑

英文LOGIC的音译。导源于希腊文logos，有“思想”、“思维”、“理性”、“言语”等含义。逻辑一词多义：①思维的规律性；②关于思维形式及规律的科学；③客观规律性，如“事物逻辑”；④观点、主张，如“霸权主义的逻辑”。《词海（1989年版）》P1190）

### (4) 设计

设计是一种“有目的的创作行为”。

### (5) 数字电路

用来处理数字信息的电气装置，又称逻辑电路。

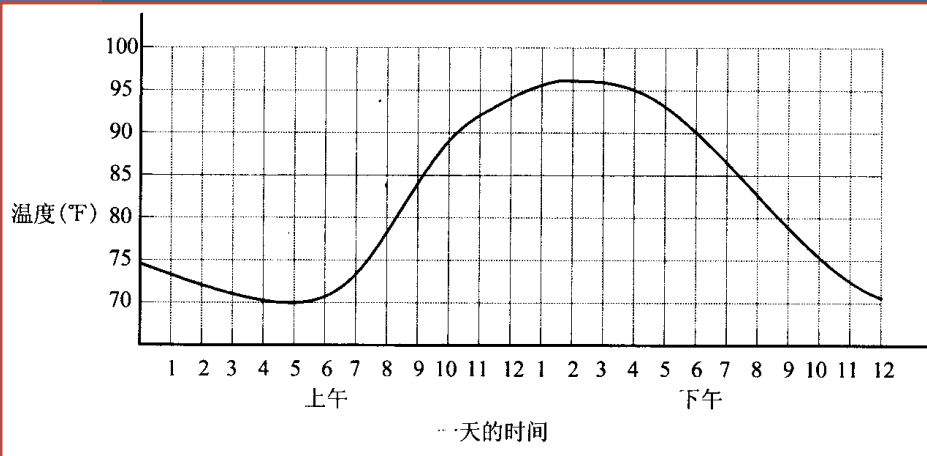
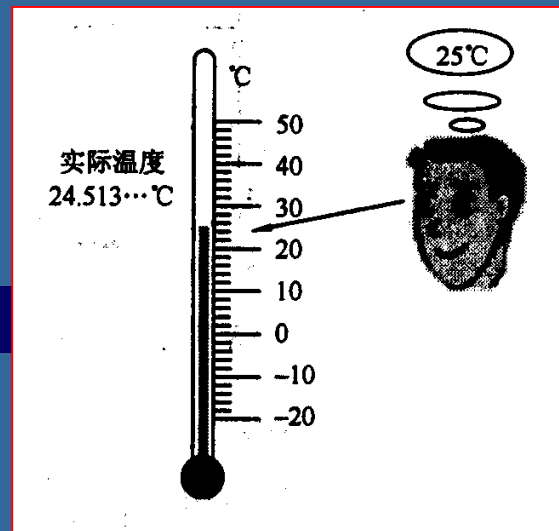
### (6) 逻辑设计

按照给定逻辑功能的要求，设计数字（逻辑）电路的过程。

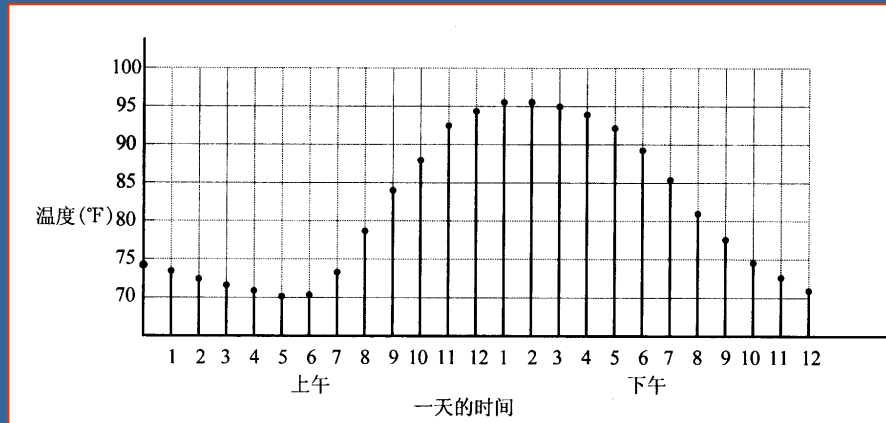
# 1.模拟量与数字量

**模拟量：**物理量的变化在时间上或数值上都是连续的，则称该物理量为模拟量。

**数字量：**数字量的变化在时间上和数值上都是离散的。也就是说，数字量的变化在时间上是不连续的，只是发生在一系列离散的时刻上。同时，数字量的数值大小和每次的增减变化都是某一数量单位的整数倍，而小于这个最小数量单位的数值没有任何意义。



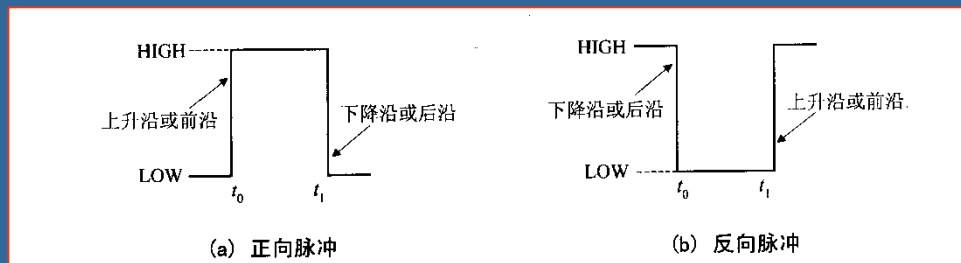
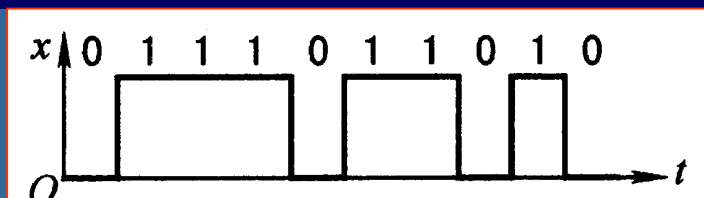
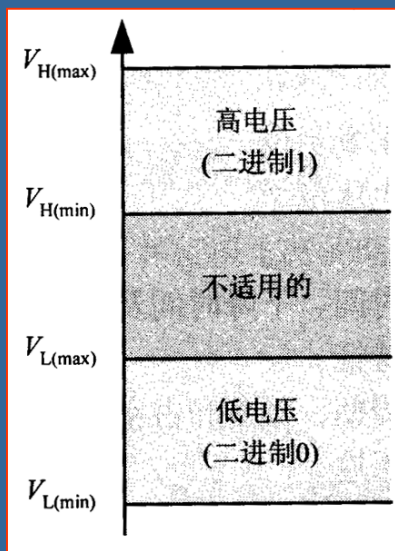
模拟量



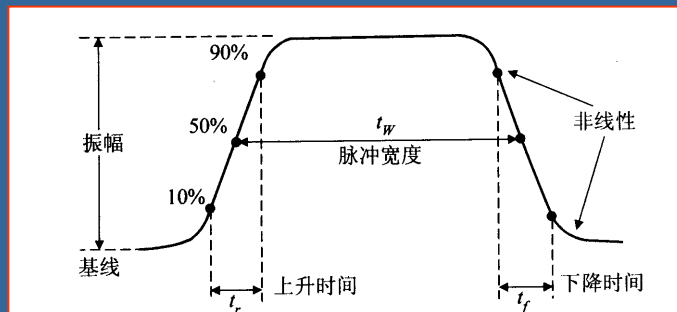
离散量  
(数字量)

**数字（逻辑）信号：** 由高低电平（称之逻辑0和逻辑1）组成的信号，且用一串0、1符号可以表示某个特定含义，这一类信号称为数字逻辑信号。因只有两个取值，又称为二值信号，0、1符号的个数称为位数。

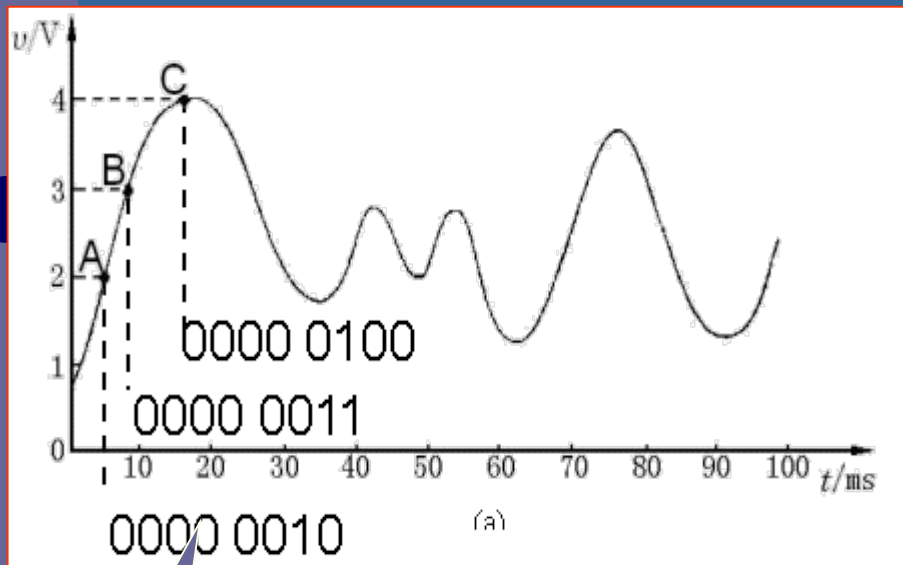
选用0，1二值信号相比较十进制阿拉伯数字的好处就在于容易实现。



(用0表示低电平，用1表示高电平，称为正逻辑，反之为负逻辑。)

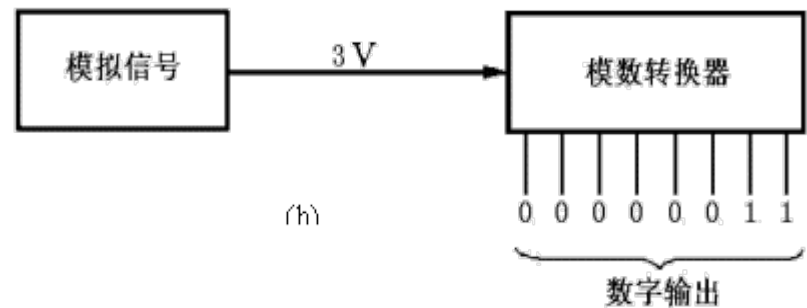


# 用数字（逻辑）信号表示模拟信号



编码

(a) 模拟信号波形三个取样点的数字表示

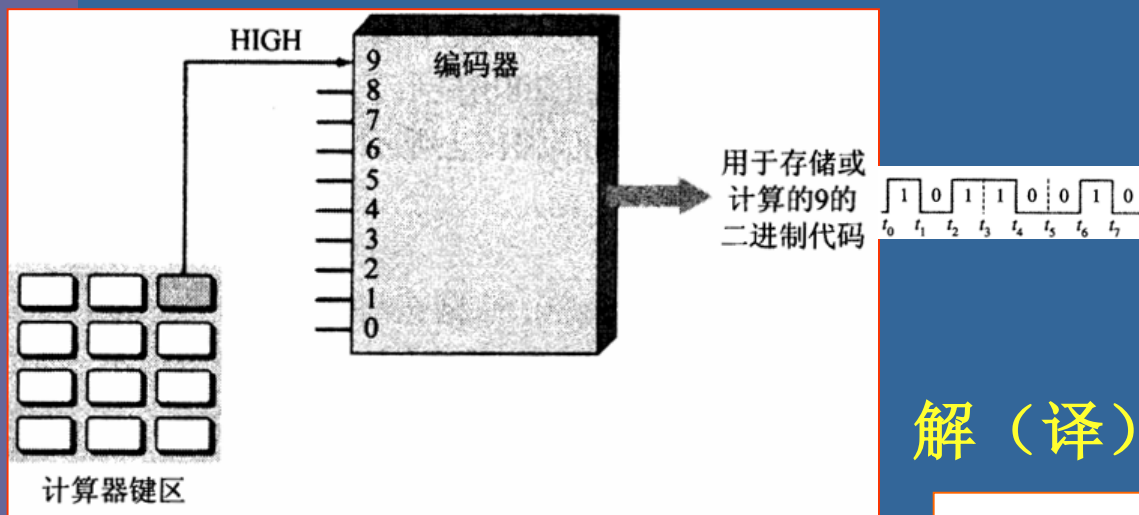


(b) 3V 模拟电压转换为以 0、1 表示的数字电压

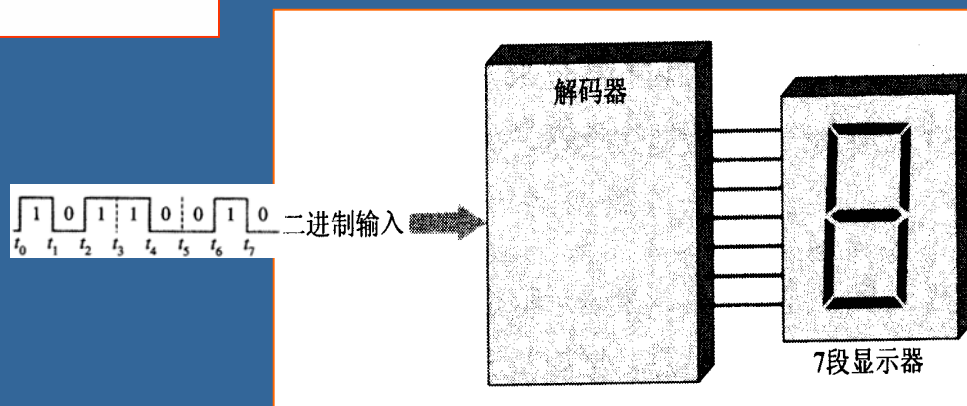
# 数字电路定义:

数字（逻辑）电路是一门研究数字信号的编码、运算、记忆、计数、存储、分配、测量和传输的科学技术。

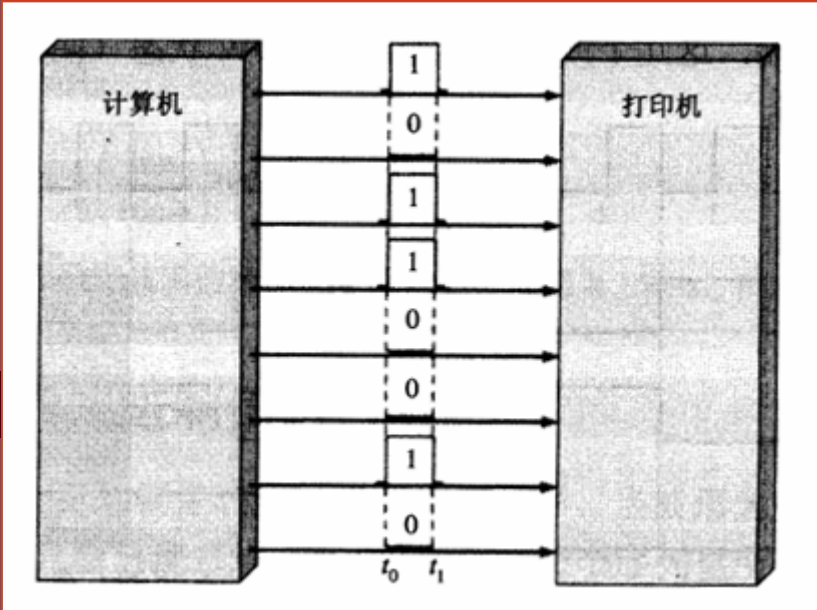
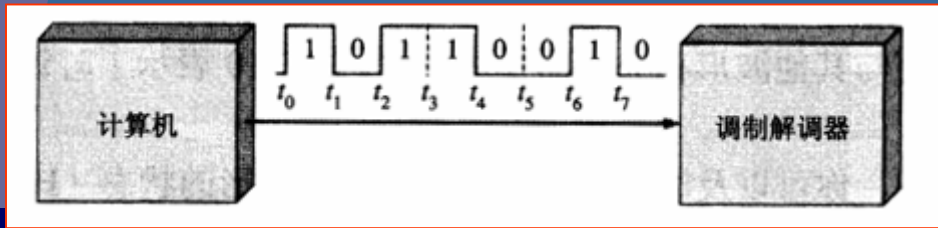
## 编码



## 解（译）码

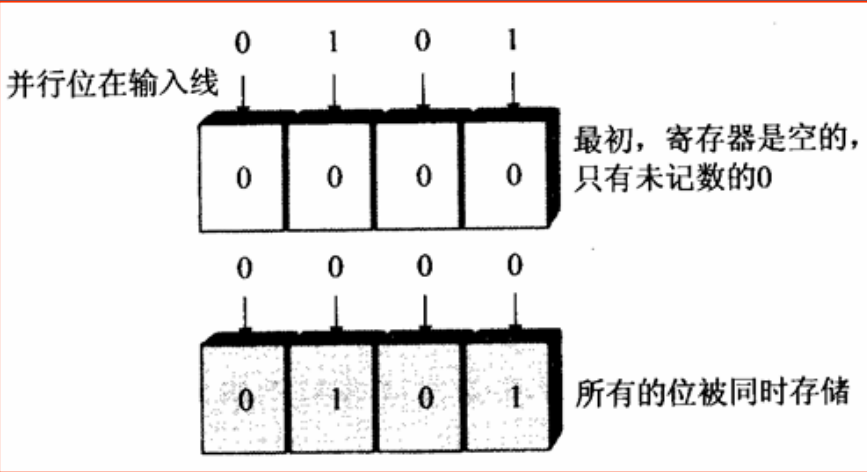


# 数据传输（二进制数据串行/并行传输）



# 数据存储（二进制数据串行/并行存储）

串行位在输入线



# 数字电路与模拟电路相比有如下优点：

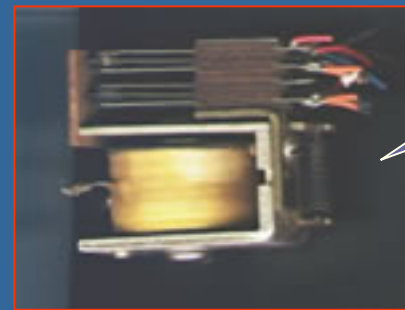
1. 电路结构简单，容易制造，便于集成和系列化生产。  
成本低廉，使用方便。
2. 由数字电路组成的数字系统，工作准确可靠，精度高。
3. 不仅能完成数值运算，还可以进行逻辑运算和判断，在控制系统中这是不可缺少的。因此数字电路又可称作数字逻辑电路。

数字电路相对于模拟电路的这一系列优点，使它在通信、自动控制、测量仪器及计算机等各个科学领域内得到广泛的应用。

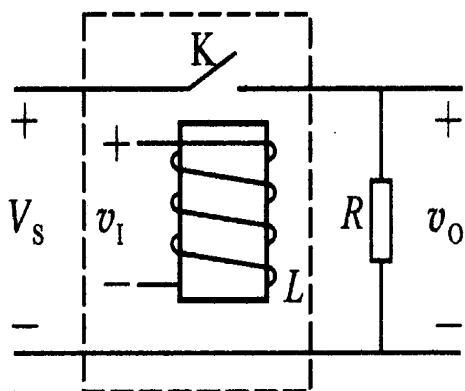


## 2. 数字元件：（开关元件）

早期的（如继电器）



电磁继电器



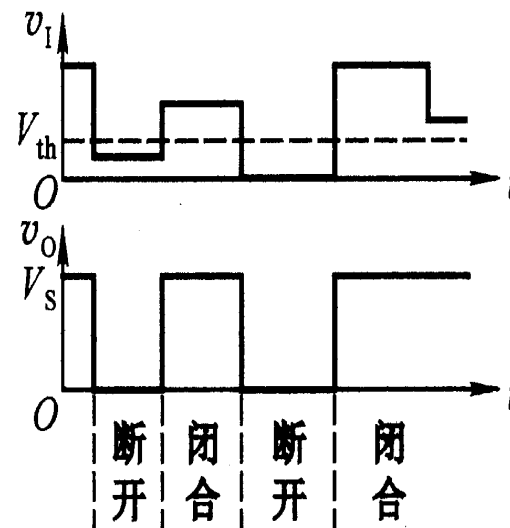
(a)



(b)



(c)



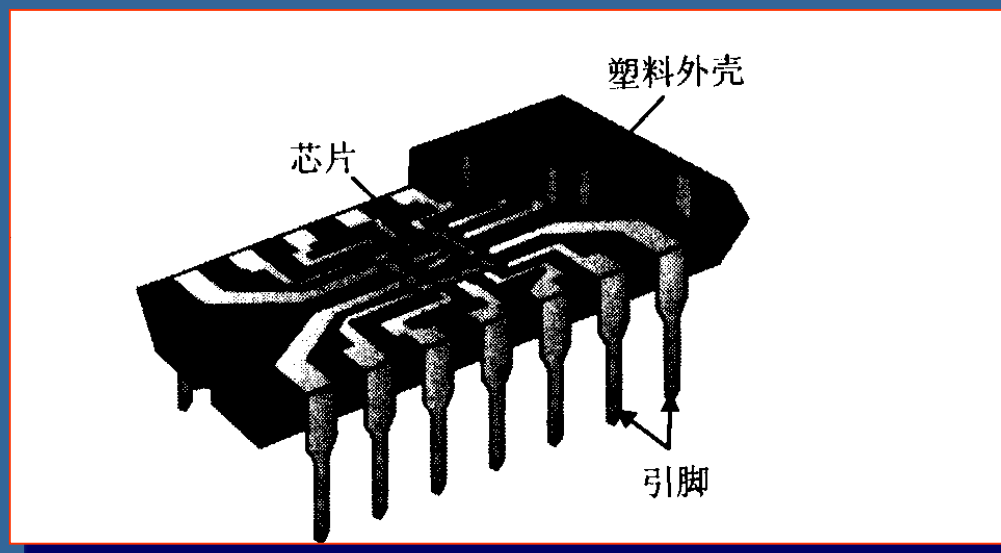
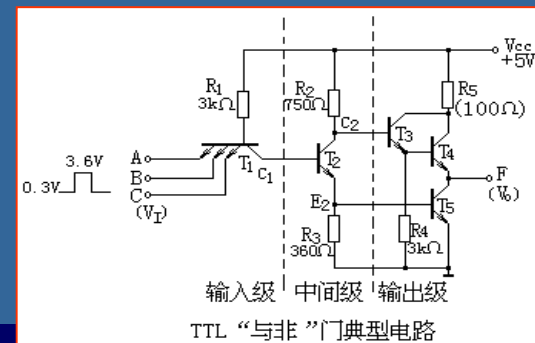
继电器与开关

$v_o$ 与 $v_i$ 的关系

电信号：高电平、低电平；  
开关：分、合。

# 现代数字元件

- **电子开关：**由晶体管和场效应管构成。
- **门电路：**由多个电子开关构成的基本电路。
- **集成电路：**把多个门电路集成在一片半导体芯片上。根据门电路的多少可分为小规模(SSI)、中规模(MSI)、大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)。

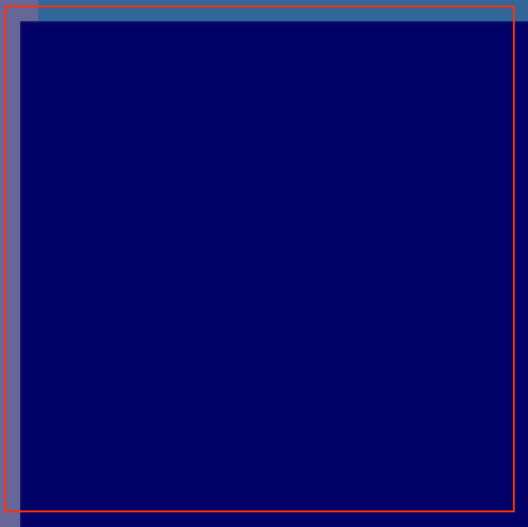


### 3.数字电路的数学工具——布尔代数

布尔代数是数字电路进行信息处理的理论基础，也称逻辑代数。

基本运算：

与



或



非

$x$	$z = \overline{x}$
0	1
1	0

设开关合为1，开为0

$x$	$y$	$z = x \cdot y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

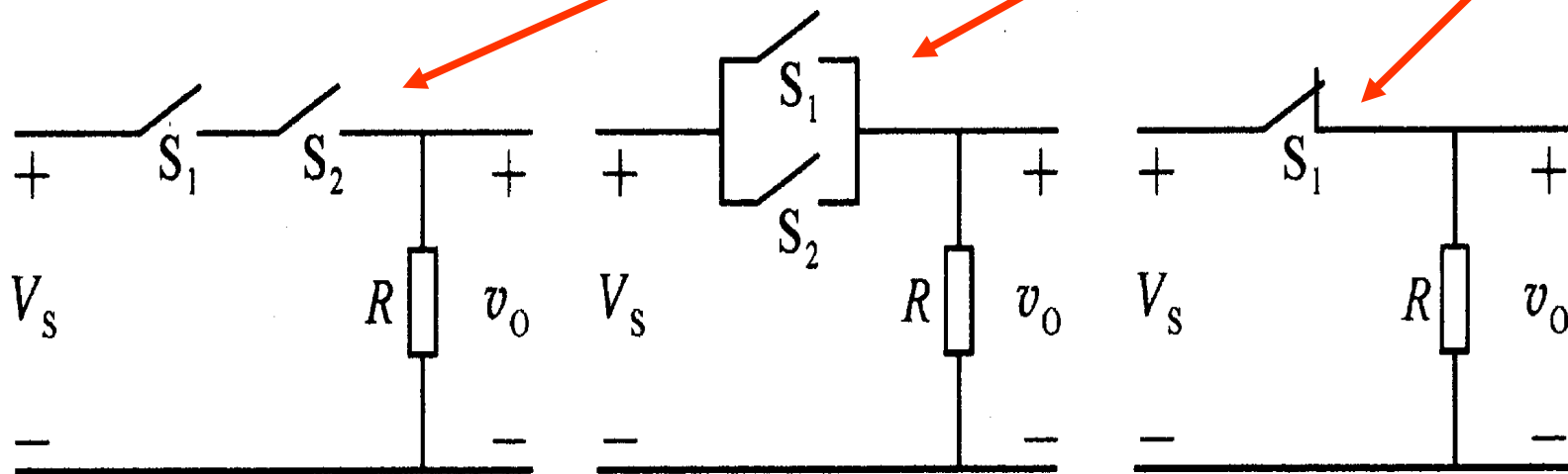
$x$	$y$	$z = x + y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x$	$z = \bar{x}$
0	1
1	0

“与”

“或”

“非”



用开关元件实现基本运算

# 与、或、非电平表

$x$	$y$	$z = x \cdot y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$x$	$y$	$z = x + y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$x$	$z = \bar{x}$
0	1
1	0

“与”

“或”

“非”

(a)

$x$	$y$	$v_O$
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

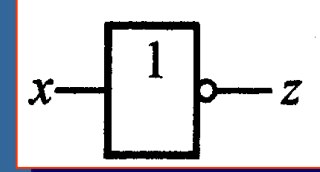
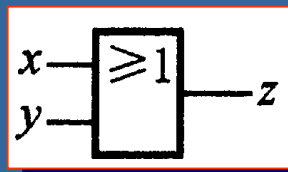
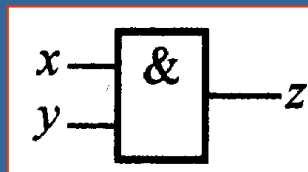
(b)

$x$	$y$	$v_O$
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

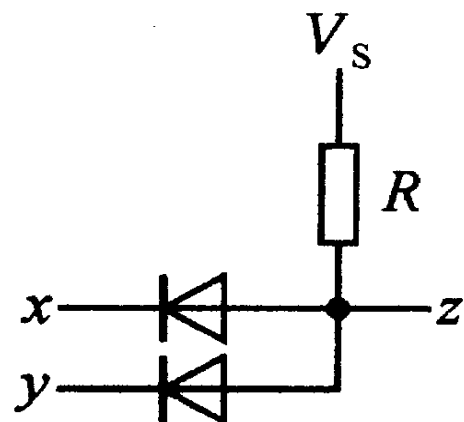
(c)

$x$	$v_O$
L	H
H	L

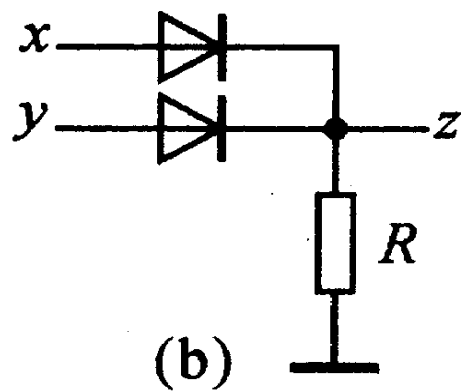
正逻辑



## 电路的实现



(a)



(b)

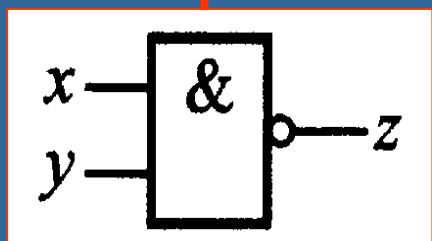
用二极管实现与和或运算

# 与非门、或非门及异或门真值表

(a)

$x$	$y$	$z$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

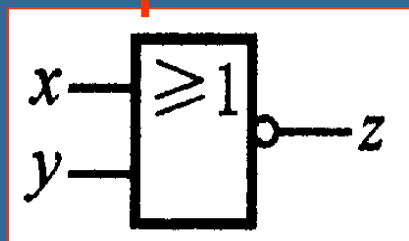
与非门



(b)

$x$	$y$	$z$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

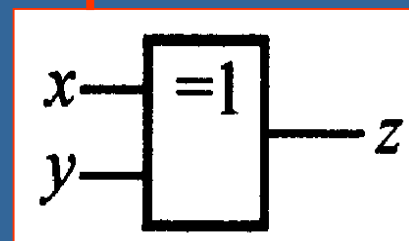
或非门



(c)

$x$	$y$	$z$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

异或门



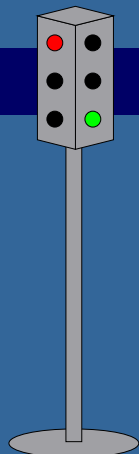
# 新旧逻辑符号

名 称	国标符号	曾用符号	国外流行符号
与门			
或门			
非门			
与非门			
或非门			
与或非门			
异或门			
同或门			

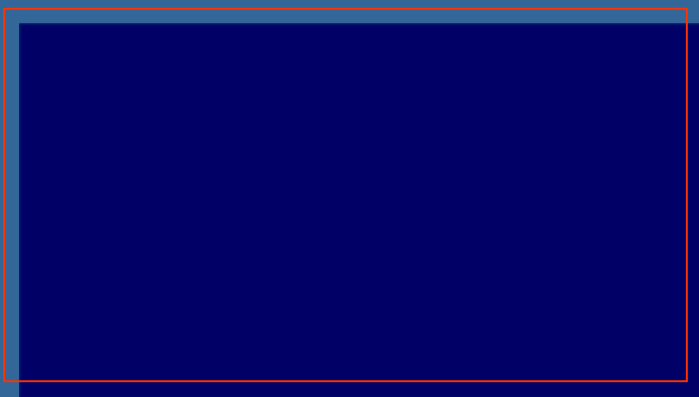
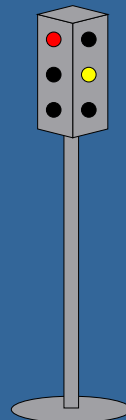


## 4. 数字电路实例

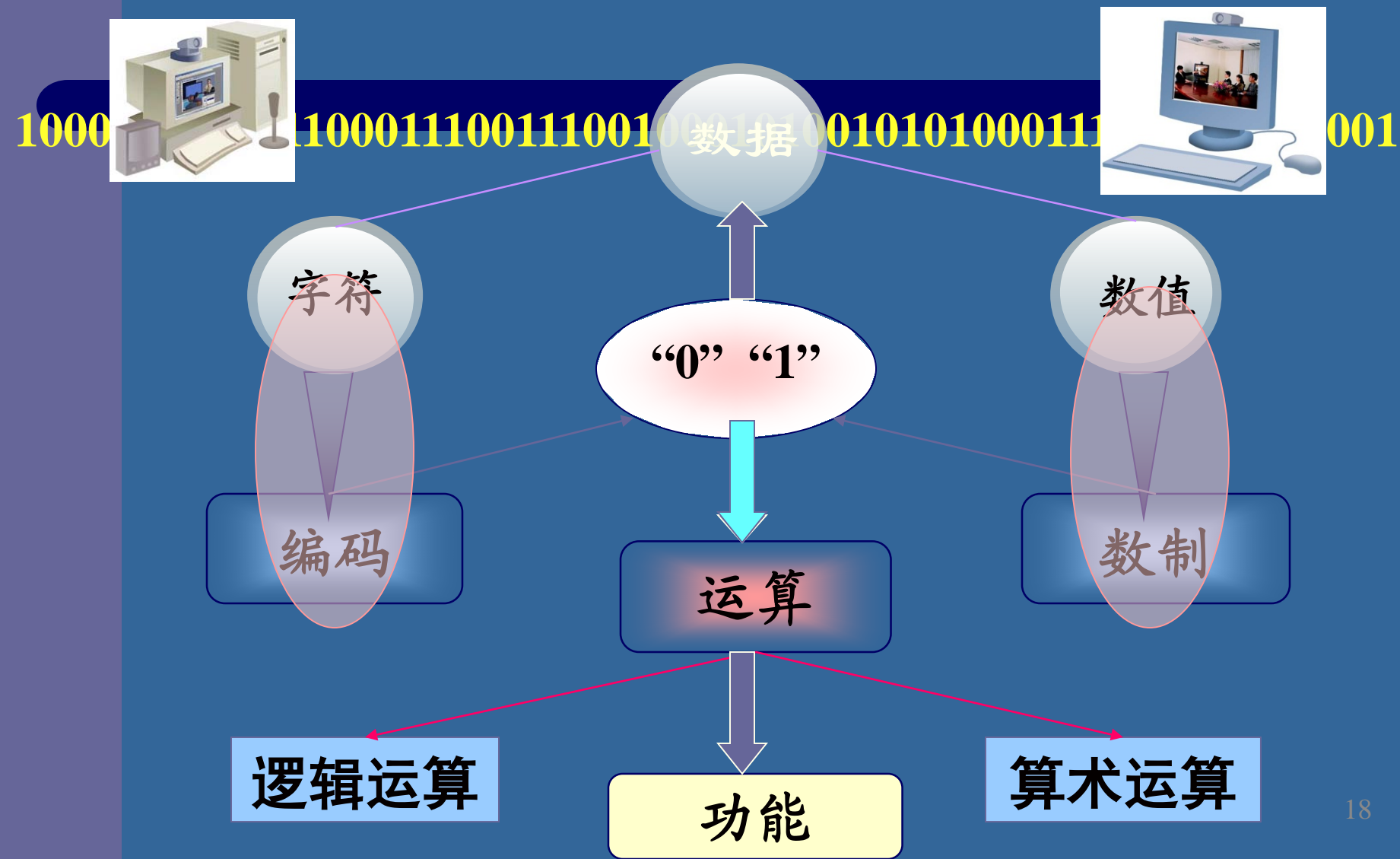
### 例1 交通管理器的输出



时 间	$R_{EW}$	$G_{EW}$	$Y_{EW}$	$R_{NS}$	$G_{NS}$	$Y_{NS}$
0-26秒	0	1	0	1	0	0
27-31秒	0	0	1	1	0	0
32-58秒	1	0	0	0	1	0
59-63秒	1	0	0	0	0	1

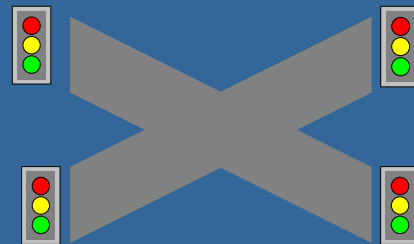


## 例2 计算机硬件



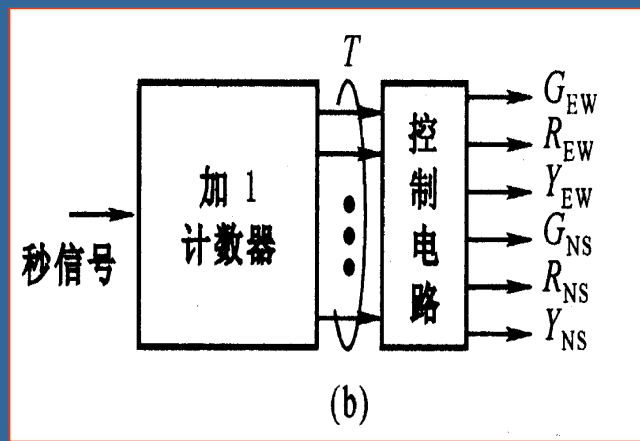
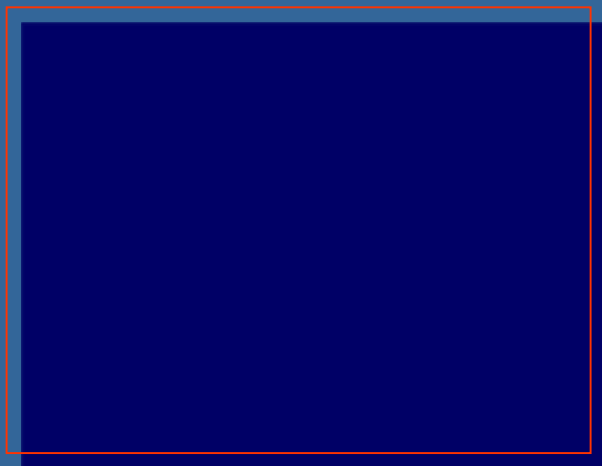
# 5.数字电路设计方法

自上而下的设计方法：



把较复杂的设计要求分成若干模块，规定模块的技术要求和相互关系，直到模块可用某种描述工具来描述，并通过数学工具来优化，在此基础上用若干标准模块或可编程芯片来实现。

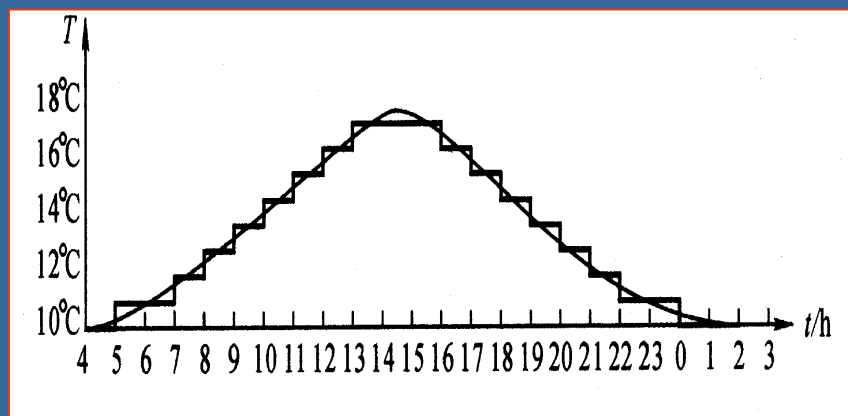
以例1 交通控制器为例



## 6.A/D和D/A转换

**模数转换：** 由模拟量到数字量的转化称为模数转换(A/D)，实现该功能的电路叫A/D转换器(ADC)。

**数模转换：** 由数字量到模拟量的转化称为数模转换(D/A)，实现该功能的电路叫D/A转换器(DAC)。



温度变化曲线

模拟信号



ADC



数字信号

数字信号



DAC



模拟信号

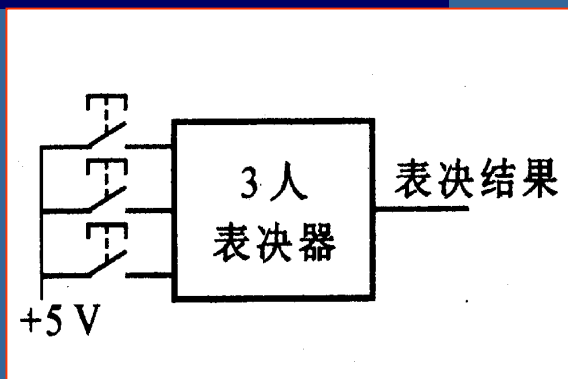
# 7.数字电路的分类

## 数字电路的特点：

只有二值，抗干扰能力强，有利于大规模集成。

## 数字电路的分类：

**组合电路：**当前输出只和当前输入有关。



**时序电路：**当前输出不仅和当前输入有关，而且和历史输入有关。



(程控交换机)

