

数电复习提纲（第五版）

第一章 数字逻辑概论

模拟信号：时间连续、数值也连续的物理量。

数字信号：时间和数值均离散的物理量，常用数字 0 和 1 表示。

(注意：0 和 1 并不是普通代数中的数值，在数字电路中，应称为：逻辑 0 和逻辑 1。注意与数值 0, 1 区别)

数字电路按**结构**分为：组合逻辑电路和时序逻辑电路。

集成度：指每一芯片所包含的三极管 (BJT\FET) 的个数

按集成度分为： 小规模 中规模 大规模 超大规模 甚大规模

数制转换规律：

1. (1) 任意进制数 \rightarrow 十进制数 (按表示法展开)

例：

$$(101101.1)_B = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 45.5$$

$$(BF3C.8)_H = 11 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 12 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 48956.5$$

2. (2) 十进制数 \rightarrow 任意进制数

用除法和乘法完成

整数部分：除 N 取余，商零为止，结果低位在上高位在下

小数部分：乘 N 取整，到零为止，结果高位在上低位在下

$$\text{例：} 125.125 = (111\ 1101.001)_B = (175.1)_O = (7D.1)_H$$

3. 二进制数与八、十六进制数的相互转换

方法：

以小数点为基准，分别向左和向右每 3 位划为一组，不足 3 位补 0 (整数部分补在前面，小数部分补在后面)，每一组用其对应的八进制数代替。

$$\text{例：} (11110.01)_B = (011\ 110.010)_B = (36.2)_O$$

二进制数转换为十六进制数

方法：

以小数点为基准，分别向左和向右每 4 位划为一组，不足 4 位补 0 (整数部分补在前面，小数部分补在后面)，每一组用其对应的十六进制数代替。

$$\text{例：} (11110.01)_B = (0001\ 1110.0100)_B = (1E.4)_H$$

③ 八进制数转换为二进制数

方法：将每位八进制数用其对应的 3 位二进制数代替即可。

$$\text{例：} (63.4)_O = (110\ 011.100)_B = (110011.1)_B$$

十六进制数转换为二进制数

方法：将每位十六进制数用其对应的 4 位二进制数代替即可。

$$\text{例：} (1E.4)_H = (0001\ 1110.0100)_B = (11110.01)_B$$

(4) 八、十六进制数之间的相互转换

通过二进制中转。

$$\text{例：} (73.6)_O = (111011.11)_B = (3B.C)_H$$

$$(AB.C)_H = (10101011.11)_B = (253.6)_O$$

4、任意进制化 8421BCD 通过十进制中转

$$\text{例如：} (1001101)_B = (77)_D = (0111\ 0111)_{8421BCD} = (111\ 0111)_{8421BCD}$$

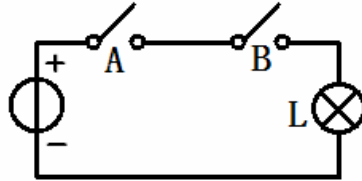
5、8421BCD 转换成十进制码：

$$(1010010111)_{8421BCD} = (0010\ 1001\ 0111)_{8421BCD} = (297)_D$$

基本逻辑运算

与运算 定义

① 与门物理模型：



其物理现象为：

A	B	L
断开	断开	灭
断开	闭合	灭
闭合	断开	灭
闭合	闭合	亮

如果我们规定：

开关断开时用 0 表示；闭合时用 1 表示。灯灭时用 0 表示；亮时用 1 表示。

则：此表可写作：

A	B	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

这个表叫做真值表

观察真值表可得：有 0 出 0，全 1 为 1。能够实现该规则的运算叫做与运算

与运算可以用表达式：

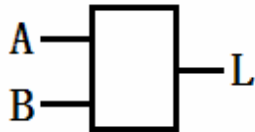
$L=A \cdot B$ 或 $L=AB$ 表示。

它们称为逻辑函数表达式。

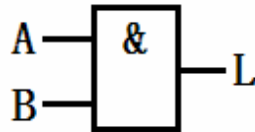
用来完成该运算的逻辑电路称为与门。

其符号为：

国内旧符号



国内新符号



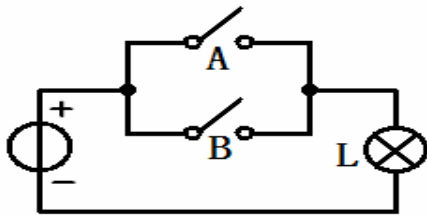
国外符号



或运算 定义

② 或门

物理模型：



其物理现象为：

A	B	L
断开	断开	灭
断开	闭合	亮
闭合	断开	亮
闭合	闭合	亮

如果我们规定：

开关断开时用 0 表示；闭合时用 1 表示。灯灭时用 0 表示；亮时用 1 表示。

则：此表可写作：

A	B	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

观察真值表可得：有 1 出 1，全 0 为 0。能够实现该规则的运算叫做或运算

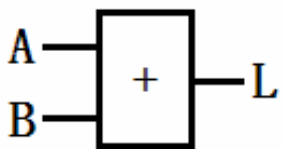
或运算可以用表达式：

$L=A+B$ 表示。

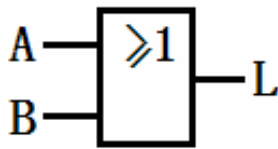
用来完成该运算的逻辑电路称为或门。

其符号为：

国内旧符号



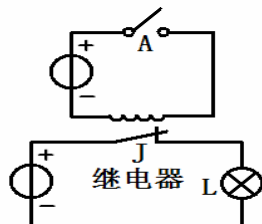
国内新符号



国外符号



③非运算 定义



非门物理模型：

其物理现象为：

A	L
断开	亮

闭合 灭

如果我们规定：

开关断开时用 0 表示；闭合时用 1 表示。灯灭时用 0 表示；亮时用 1 表示。

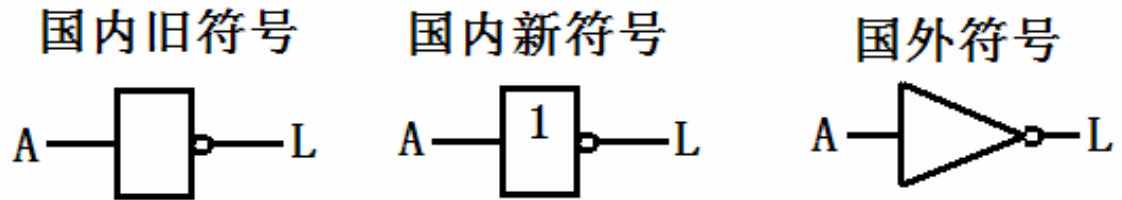
则：此表可写作：

A	L
0	1
1	0

观察真值表可得：输出取反。能够实现该规则的运算叫做非运算。

其逻辑函数表达式为： $L = \overline{A}$ ，用来完成该运算的逻辑电路称为非门。

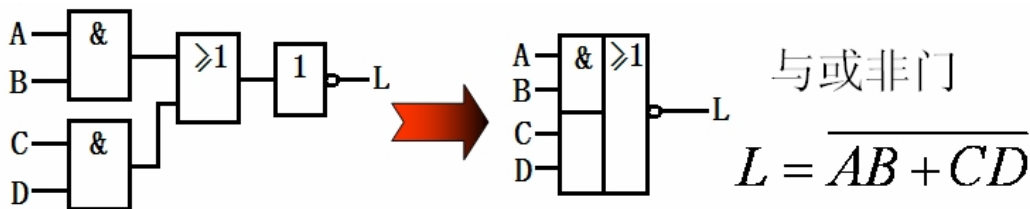
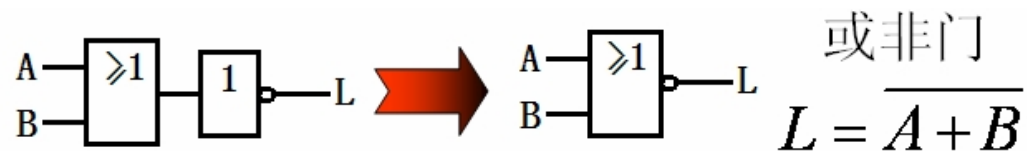
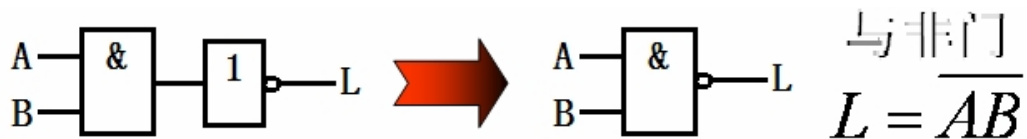
其符号为：



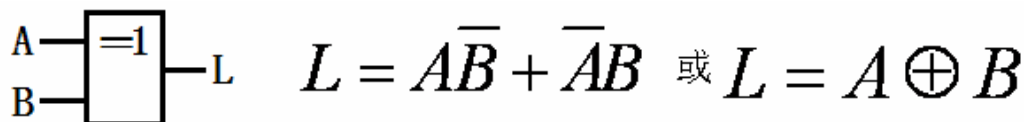
由与、或、非逻辑运算中的若干种构成的运算称为复合逻辑运算。

实现它们的电路称为复合逻辑门。

常用的复合逻辑门有：

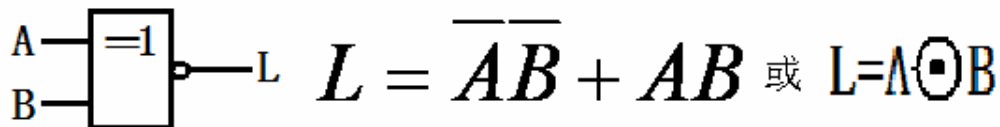


异或门：



其运算规则为：相同为 0，不同为 1。或者：奇数个 1 异或为 1；偶数个 1 异或为 0。

同或门：



其运算规则为：相同为 1，不同为 0。或者：奇数个 1 同或为 0；偶数个 1 同或为 1。

第二章 逻辑代数与硬件描述语言基础

1 (1) 基本定律

为了方便大家理解，我们不妨借鉴《概率论》中的文氏图来表达。空集代表逻辑 0，而全集代表逻辑 1。逻辑与相当于求各集合的交集，逻辑或相当于求各集合的并集，而逻辑非则相当于求集合的补集。

若要证明，通常最有效的方法是利用真值表。

反演律（摩根定律）：

这个定律经常用于求反函数和逻辑函数的变换。**一定要记熟。**

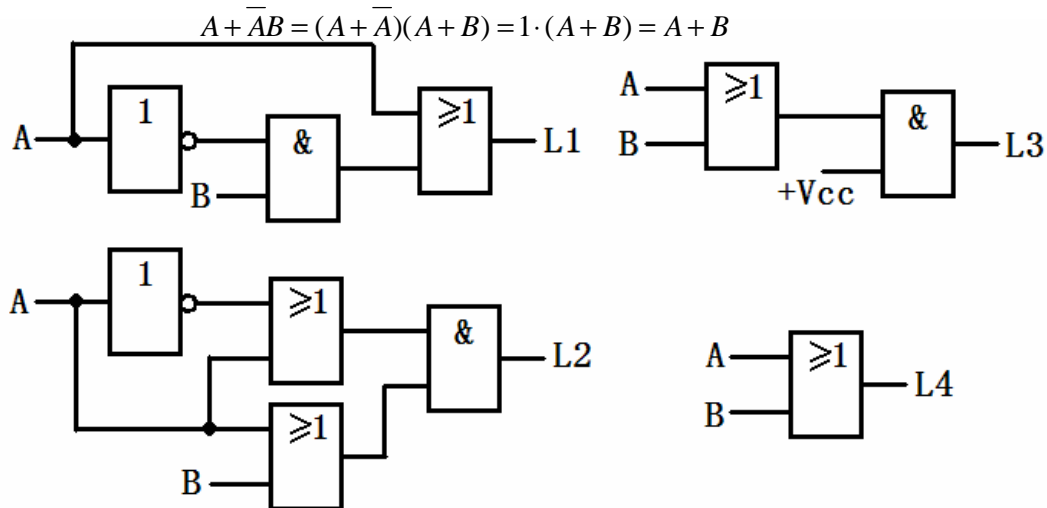
我们不妨用真值表来证明，见 P41，以两变量为例。

P40 的逻辑代数的基本定律和恒等式熟记

①、代入规则（定理）： ②、反演规则（定理） ③、对偶规则（定理）

(1)、逻辑函数的变换

同一个逻辑函数可以有多种表达形式，比如：



两个问题：1、逻辑函数的变换可以通过定律、定理等公式进行。

2、各种实现方案之中存在有难易、优劣等差别。

逻辑函数变换的目的：

1、尽可能简化电路、节约成本。

2、在条件不成熟时，使用替代电路完成任务。

如：如果实验室中只有与非门，如何实现 $L = AB + AC$

(2)、逻辑函数的化简

公式法化简:

$$(1) Y = AB + \overline{AB} + \overline{AB} = AB + \overline{AB} + \overline{AB} \text{ (交换律)}$$

$$= AB + \overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB} \text{ (重叠律)} = A(B + \overline{B}) + (A + \overline{A})\overline{B} \text{ (分配律)}$$

$$= A + \overline{B} \text{ (互补律)}$$

$$(2) Y = \overline{\overline{A+B}} + \overline{AB} = \overline{\overline{AB}} + \overline{AB} \text{ (摩根定律)} = A \oplus B$$

$$(3) Y = ABC + \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + D = \overline{A} + BC + \overline{B} + \overline{C} + D \text{ (吸收律)}$$

$$= \overline{A} + \overline{B} + C + \overline{C} + D \text{ (吸收律)} = \overline{A} + \overline{B} + 1 + D \text{ (互补律)} = 1 \text{ (0-1律)}$$

$$(4) L = \overline{BC} + \overline{ABCE} + \overline{\overline{BAD}} + \overline{\overline{AD}} + B(\overline{AD} + \overline{AD})$$

$$= \overline{BC} + \overline{ABCE} + \overline{BA} \overline{D} + B(A \oplus D)$$

$$= \overline{BC} + \overline{B}(A \oplus D) + B(A \oplus D) \text{ (吸收律)}$$

$$= \overline{BC} + A \oplus D = \overline{BC} + \overline{AD} + \overline{AD}$$

二、卡诺图法化简

最小项定义: 在 n 变量的逻辑函数中, 一个包含 n 个因子的与项, 每个变量均以原变量形式或以反变量形式在乘积项中出现且仅出现一次, 则该与项称为最小项。n 变量逻辑函数有 2ⁿ 个最小项, 如:

三变量 (A、B、C) 逻辑函数的最小项有 8 个, 它们是:

$$\overline{A}\overline{B}\overline{C}, \overline{A}\overline{B}C, \overline{A}B\overline{C}, \overline{A}BC, A\overline{B}\overline{C}, A\overline{B}C, AB\overline{C} \text{ 和 } ABC$$

最小项记做 m_i, 输入变量的每一组取值都使一个对应的最小项的值

为 1, 例如: 当 A=1、B=0、C=0 时的最小项 我们将 ABC 的取值看作二进制数 100, 对应的十进制数是 4, 记做最小项的下标 i 即 m₄。上面的最小项依次为 m₀~m₇。

同一逻辑函数最小项的性质:

*在输入变量的任何取值下有且仅有一个最小项的值为 1, 其余为 0。

*全体最小项的和为 1。

*任意两个最小项的积为 0。

*具有相邻性的两个最小项可以合并成一项, 并消除一个变量。

*具有相邻性的四个最小项可以合并成一项, 并消除两个变量。

*具有相邻性的八个最小项可以合并成一项, 并消除三个变量...

任一逻辑函数均可以由最小项之和的形式来表示, 称为最小项表达式。**最小项表达式是唯一的**, 变换的方法, 常采用配项法, 如 P97。

$$L(A, B, C, D) = \overline{\overline{ABC}} + \overline{\overline{CD}}(AC + BD)$$

$$= \overline{\overline{ABC}} \cdot \overline{\overline{CD}} \cdot (AC + BD)$$

$$= (\overline{A}\overline{B} + \overline{C}) \cdot (C + \overline{D}) \cdot (AC + BD)$$

$$= (\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}\overline{D} + \overline{C}D) \cdot (AC + BD)$$

$$= \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} = \overline{A}\overline{B}C \text{ (吸收律)}$$

$$= \overline{A}\overline{B}C(D + \overline{D}) = \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$$

$$= \sum m(10, 11)$$

求 $L = (A+C)(\bar{A}+B+\bar{C})(\bar{A}+\bar{B}+C)$ 的最小项表达式

$$L(A, B, C) = (AB + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}C + BC)(\bar{A} + \bar{B} + C)$$

$$= ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}C + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}C + \bar{A}BC + BC$$

$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}C + BC \text{ (重叠律、吸收律)}$$

$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}(B + \bar{B})C + (A + \bar{A})BC$$

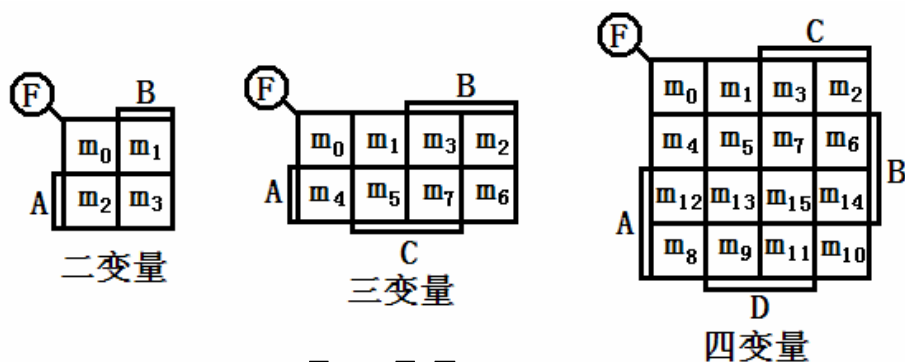
$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C + ABC + \bar{A}BC$$

$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C + ABC$$

$$= \sum m(1, 3, 4, 7)$$

用卡诺图表示逻辑函数的方法：

1 诺图的结构：



$$(1) Y = AB + \bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$$

$$(2) Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BCD + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$$

$$(3) Y = \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABD + \bar{A}\bar{B}CD$$

$$(4) Y = A + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}CD$$

$$F = ABC + \bar{A}CD + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{B} \cdot \bar{C};$$

$$G = \bar{A} \cdot \bar{B}D + \bar{A}CD + ABC\bar{D} + ACD, \text{ 求 } L = F \cdot G$$

无关项：当逻辑函数的输入变量的某些组合不可能出现，或者当这些组合对电路的输出没有任何影响时，我们把它们称为无关项（或约束项、任意项）。填写真值表或卡诺图时无关项用 X 或 Φ 表示，在最小项表达式中用 $\sum d$ 或 $\sum \Phi$ 表示。

无关项的化简，则视情形，既可以当 0 用，也可以当 1 用。但是，原则只有一个，一定要能够简化表达式。

$$\text{化简 } Y(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 3, 7, 8, 11, 14) + \sum d(5, 10, 15)$$

P55 例 2.2.7

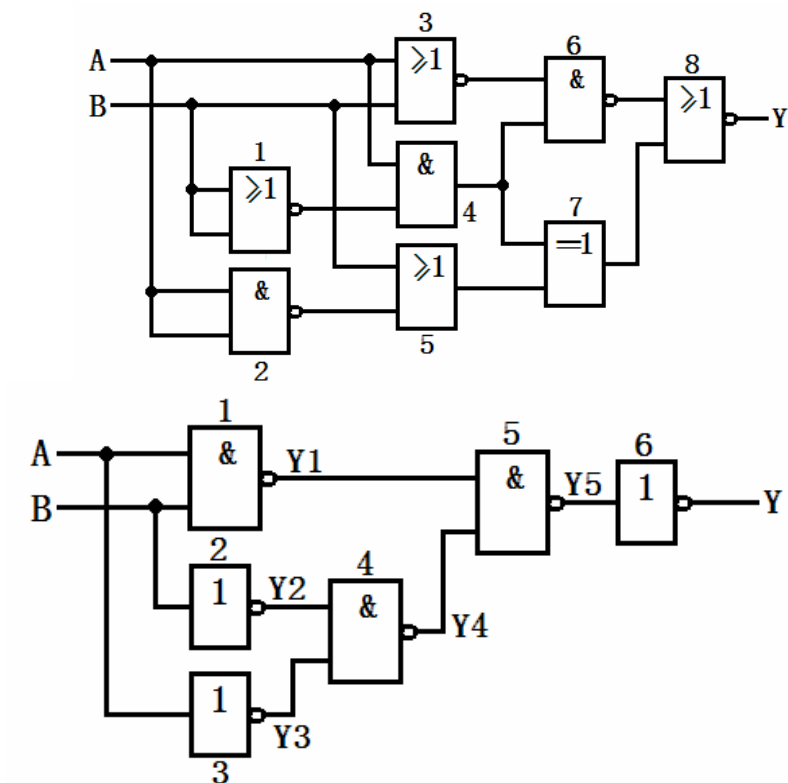
第三章 逻辑门电路（不做要求）

第四章 组合逻辑电路

组合逻辑电路的分析

步骤：

- 1、根据逻辑图写出各逻辑门输出端的逻辑表达式，对于中间变量最好在写出表达式的同时化简，以免积累到最后。
- 2、化简总输出端的逻辑表达式。
- 3、列出真值表（当然比较简单的表达式这一步可以省略）
- 4、用文字描述其功能。



四、逻辑电路的设计：

步骤：

- ①根据设计要求确定输入输出变量，并规定其逻辑值的含义。
- ②根据设计要求列真值表。
- ③利用公式法或卡诺图化简，求出最简逻辑函数表达式。
- ④根据表达式绘制逻辑电路图。

例 P130 4.2.1

例：某水塔使用两台水泵 P、Q 供水，水泵工作时用 1 表示，否则为 0。水塔内有三个水位探测器 A、B 和 C，当水位超过某一探测器时，该探测器输出为 1，否则为 0。

控制原理：

- 当水位超过 A 时，P、Q 均不工作；
- 当水位超过 B、C，而低于 A 时，只有 P 工作；
- 当水位超过 C，而低于 A、B 时，只有 Q 工作；
- 当水位低于 C 时，P、Q 均工作。

设计 P、Q 的控制电路。

冒险竞争不做要求

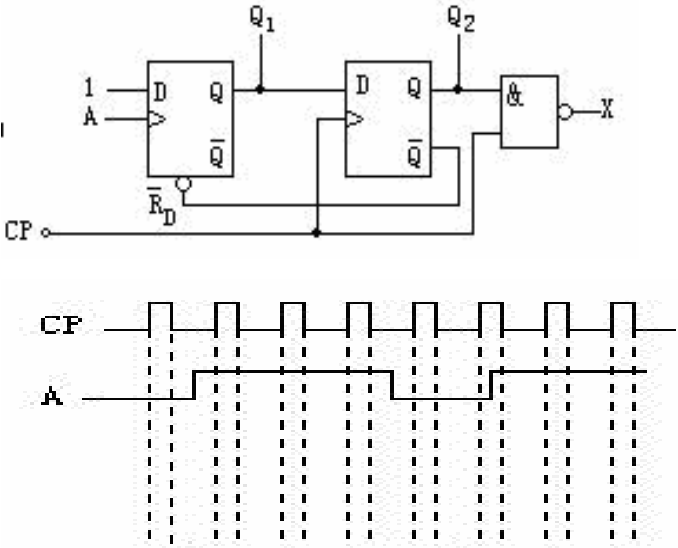
4.4 若干典型组合逻辑集成电路

1. 理解编码器工作原理
2. 理解译码器工作原理
 - 运用译码器做函数发生器：
 - 运用译码器做数据分配器：
 - 运用译码器做数据选择器
3. 理解数据选择器的工作原理并会运用 4 选 1 和 8 选 1 数选产生逻辑函数
4. 掌握 1 位数值比较器并会推导两位数值比较器。
5. 理解半加器和全加器的工作原理。

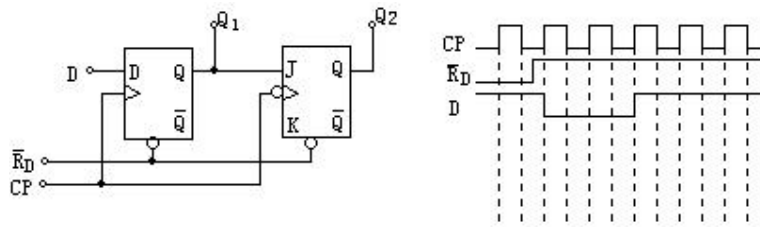
第5章 锁存器和触发器

1. 掌握锁存器工作原理
2. 熟记各种触发器特性方程、功能表及逻辑符号
3. 会画有关波形图：

例：试画出如图电路在时钟脉冲 CP、输入信号 A 作用下，Q1、Q2 和 X 的输出波形，并说明电路的逻辑功能。设触发器的初始状态均为 0。



试画出题图电路在 CP、 \bar{K}_D 作用下 Q1、Q2 的输出波形。初态都为 0



4. 掌握 D、JK、T 等触发器特征方程及其触发器的相互转换。

例如：JK 转换为 D 触发器、D 转换为 JK 触发器等

第6章 时序逻辑电路

1. 时序逻辑电路定义
2. 时序逻辑电路分类
3. 熟练掌握时序逻辑电路的分析方法 P252 例:6.2.1 ; 6.2.2
4. 熟练掌握时序逻辑电路的设计方法 P260 例: 6.3.1
5. 理解计数器设计规律及能用相应触发器进行计数器设计
6. 了解寄存器相关概念

第 8 章 脉冲波形的变换与产生

1. 理解多谐振荡器的工作原理波形及主要参数 P408-409
2. 理解单稳态触发器的工作原理、波形及主要参数 P388
3. 施密特触发器的工作原理、波形及应用 P405-406
4. 555 定时器工作原理及其应用 P415、418、422

注：1、凡是没有讲都不做要求

2、不要押题，好好消化考纲，并动手做做相应题目。

最后：祝大家考出好成绩