

## 第2章 计算机硬件基础 作业参考题解

2.1 数字信号和模拟信号的主要区别是什么？与模拟电路相比，数字电路有何特点？

**参考答案：**

- (1) 数字信号和模拟信号的主要区别：数字信号是不连续的离散信号，而模拟信号是连续变化的信号。
- (2) 模拟电路处理的数据是模拟信号，与模拟电路相比，数字电路处理的数据是数字信号，实现对数字量进行处理（譬如算术运算和逻辑运算）的功能。

2.2 二极管两端需要加多大的电压才使二极管导通？

**参考答案：**

二极管两端加上大于  $V_r$ （死区电压，硅二极管约为 0.7V，锗二极管约为 0.2V）的正向电压时，二极管导通。

2.3 三极管何时处于截止状态，何时处于饱和状态？

**参考答案：**

当输入电压  $V_i < \text{死区电压 } V_r$  时，三极管处于截止状态，此时基极电流  $I_B \approx 0$ 、集电极电流  $I_C \approx 0$ ，发射结反向偏置，集电结也反向偏置；当输入电压  $V_i > \text{死区电压 } V_r$ ，发射结正向偏置，基极电流  $I_B > 0$ ，集电结正向偏置， $V_{CE} (\text{约 } 0.3V) < V_{BE} (\text{约 } 0.7V)$ ，此时三极管进入饱和状态。

2.4 双极型逻辑门和单极型逻辑门分别是怎样形成的？它们各有何特点？

**参考答案：**

双极型逻辑门以二极管、三极管作为开关元件，电流通过 PN 结流动。双极型逻辑门又可分为 DTL、TTL、ECL 和 PL 等类型的逻辑门电路。其中 TTL 以其良好的性价比，在工业控制中得到了最广泛的应用。但 TTL 功耗较大，集成度较低，所以不适合做成大规模集成电路。

单极型逻辑门以 MOS 管作为开关元件，电流通过导电沟道流动。MOS 电路具有制造工艺简单、功耗小、输入阻抗高、集成度高及无电荷存储效应等优点，所以在数字电路应用中逐渐取代双极型电路。MOS 电路的主要缺点是速度稍慢。

2.5 实现逻辑代数的基本运算有哪几种逻辑门？

**参考答案：**

与门、或门、非门、与非门、或非门、异或门、同或门。

2.6 分析图 2.1 所示的逻辑电路图，写出表达式并进行化简。

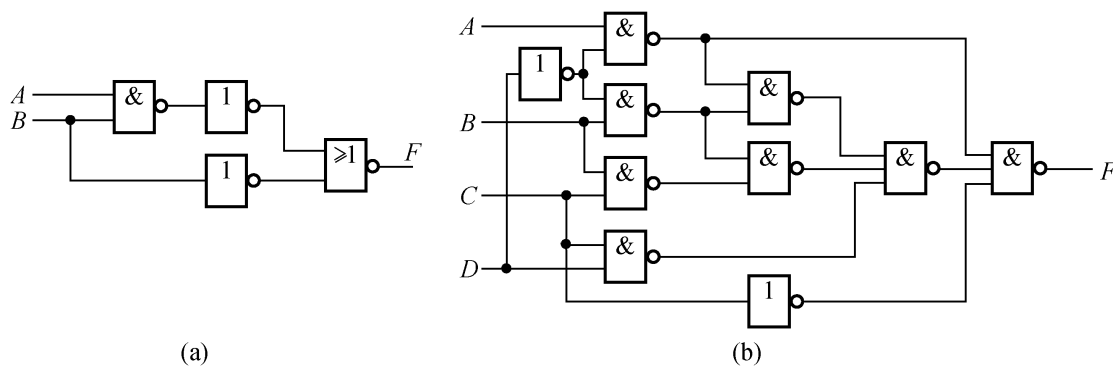


图 2.1 习题 2.6 逻辑电路图

参考答案:

$$(a) \quad F = \overline{\overline{AB} + \overline{B}} = \overline{\overline{AB} + \overline{B}} = \overline{A + \overline{B}} = \overline{A} \overline{B}$$

$$(b) \quad F = \overline{\overline{AD} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CD} \cdot \overline{C}}$$

$$\begin{aligned} F &= \overline{\overline{AD} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CD} \cdot \overline{C}} \\ &= \overline{AD} + \overline{\overline{AD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CD}} + C \\ &= \overline{AD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CD} + \overline{AD} + C \\ &= (\overline{AD} + \overline{BD}) \cdot (\overline{BD} + \overline{BC}) \cdot (\overline{C} + \overline{D}) + \overline{AD} + C \\ &= \overline{D}(A+B) \cdot B(\overline{D} + C) \cdot (\overline{C} + \overline{D}) + \overline{AD} + C \\ &= \overline{D}(A+B) \cdot B(\overline{C} \overline{D} + \overline{D} + C\overline{D}) + \overline{AD} + C \\ &= \overline{D}(A+B) \cdot B\overline{D} + \overline{AD} + C \\ &= B\overline{D}(A+B) + \overline{AD} + C \\ &= AB\overline{D} + B\overline{D} + \overline{AD} + C \\ &= \overline{D}(AB + B + A) + C = \overline{D}(A+B) + C \end{aligned}$$

2.7 请用代数化简法将下列各逻辑表达式化成最简式。

$$(1) \quad F = A\overline{B} + B\overline{C} + \overline{B}C + \overline{A}B$$

$$(2) \quad F = AD + \overline{AD} + AB + \overline{A}C + BD + ACEF + \overline{B}EF + DEFG$$

参考答案:

$$(1) F = A\overline{B} + B\overline{C} + \overline{B}C + \overline{A}B = (A \oplus B) + (B \oplus C)$$

$$\begin{aligned}
 (1) F &= \underline{A\bar{B}} + \underline{B\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{B\bar{C}} + \underline{A\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{B\bar{C}} + \underline{A\bar{C}} + \underline{\bar{A}B} + \underline{\bar{B}C} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{A\bar{C}} + \underline{\bar{A}B} + \underline{\bar{B}C} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{A\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (1) F &= \underline{A\bar{B}} + \underline{B\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{B\bar{C}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} + \underline{\bar{A}C} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}C} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{\bar{A}C} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{\bar{A}C} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{A}B} \\
 &= \underline{A\bar{B}} + \underline{\bar{A}C} + \underline{\bar{B}C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (2) F &= \underline{AB} + \underline{ABD} + \underline{\bar{A}C} + \underline{BCD} \\
 &= \underline{AB} + \underline{\bar{A}C} + \underline{BCD} \\
 &= \underline{AB} + \underline{\bar{A}C} + \underline{BC} + \underline{BCD} \\
 &= \underline{AB} + \underline{\bar{A}C} + \underline{BC} + \underline{BCD} \\
 &= \underline{AB} + \underline{\bar{A}C} + \underline{BC} \\
 &= \underline{AB} + \underline{\bar{A}C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (3) F &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}\bar{C}\bar{D}} + \underline{B\bar{C}E} + \underline{\bar{C}DE} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{C}(\bar{B}\bar{D} + BE + DE)} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{C}(\bar{B}\bar{D} + BE + \underline{\bar{D}E} + \underline{DE})} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{C}(\bar{B}\bar{D} + \underline{BE} + \underline{E})} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{C}(\bar{B}\bar{D} + E)} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}\bar{C}\bar{D}} + \underline{\bar{C}E} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{B}\bar{C}\bar{D}} + \underline{\bar{C}E} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}(C + \bar{C}\bar{D})} + \underline{\bar{C}E} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}(C + \bar{D})} + \underline{\bar{C}E} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}C} + \underline{\bar{B}\bar{D}} + \underline{\bar{C}E} \\
 &= \underline{AC} + \underline{\bar{A}\bar{B}} + \underline{\bar{B}\bar{D}} + \underline{\bar{C}E}
 \end{aligned}$$

2.8 分析图 2.2 所示的逻辑电路，列出真值表，说明其逻辑功能。

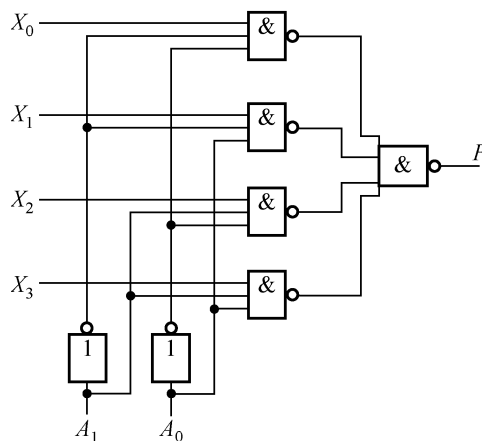


图 2.2 习题 2.8 逻辑电路图

参考答案：

$$F = \overline{A_1} \overline{A_0} X_0 + \overline{A_1} A_0 X_1 + A_1 \overline{A_0} X_2 + A_1 A_0 X_3$$

功能是四选一多路选择器， $A_1 A_0$ 是选择信号， $X_3 \sim X_0$ 是4个输入信号， $F$ 是输出（根据  $A_1 A_0$ 选择的某个输入），真值表（功能表）如下：

$A_1 A_0$	$X_3 X_2 X_1 X_0$	$F$
1 1	$X_3 \times \times \times$	$X_3$
1 0	$\times X_2 \times \times$	$X_2$
0 1	$\times \times X_1 \times$	$X_1$
0 0	$\times \times \times X_0$	$X_0$

2.9 分析图 2.3 所示的逻辑电路图，列出真值表，说明其逻辑功能。

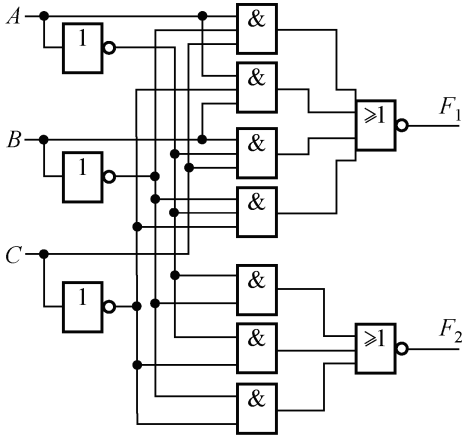


图 2.3 习题 2.9 逻辑电路图

参考答案：

真值表如下：

A	B	C	$F_1$	$F_2$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

通过真值表可以推断，该电路的逻辑功能是一位二进制全加器，输入信号  $A$ 、 $B$ 、 $C$  是参加运算的 2 位二进制和 1 位低位的进位，输出信号  $F_1$  是其全加和， $F_2$  是往高位的进位。

2.10 请用卡诺图法将下列各逻辑表达式化成最简式。

$$(1) F = AB + ABD + \overline{A}C + BCD$$

$$(2) F = AC + \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{C}\overline{D} + B\overline{C}E + \overline{C}DE$$

参考答案：

(1) 卡诺图如下：

CD \ AB	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11	1	1	1	1
10				

化简结果为： $F = AB + \overline{A}C$

(2) 卡诺图如下：

CDE \ AB	000	001	011	010	110	111	101	100
00	1	1	1	1	1	1	1	1
01		1	1					
11		1	1		1	1	1	1
10	1	1	1		1	1	1	1

化简结果为： $F = \overline{A}\overline{B} + \overline{C}E + AC + \overline{B}D$

2.11 简述组合逻辑电路的设计过程。

参考答案：

组合逻辑电路的设计步骤如下：

- (1) 分析该逻辑电路的逻辑要求；
- (2) 根据逻辑要求确定输入变量和输出变量；
- (3) 将输入输出关系表示成真值表；
- (4) 根据真值表写出输出函数的逻辑表达式，并化简；
- (5) 画出逻辑电路。

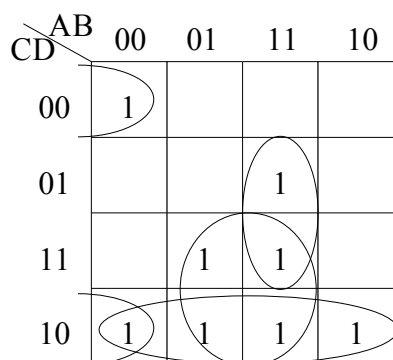
2.12 用与非门设计实现下列函数的组合逻辑电路。

$$(1) F(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 6, 7, 10, 13, 14, 15);$$

$$(2) F(A, B, C, D) = \sum m(2, 4, 5, 6, 7, 10) + \sum \varphi(0, 3, 8, 15)。$$

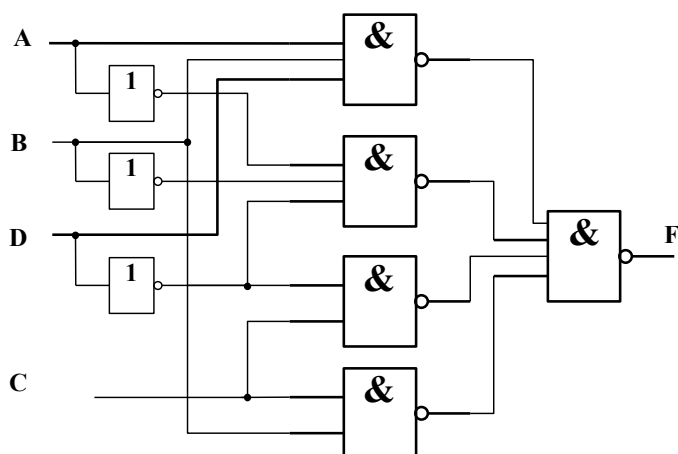
参考答案：

(1) 卡诺图如下：

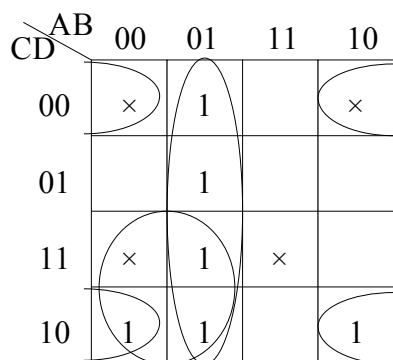


化简得： $F = \overline{C}\overline{D} + BC + ABD + \overline{A}\overline{B}\overline{D}$

与非门实现时的表达式： $F = \overline{\overline{\overline{C}\overline{D}} \cdot \overline{\overline{B}\overline{C}} \cdot \overline{\overline{A}\overline{B}\overline{D}} \cdot \overline{\overline{A}\overline{B}\overline{D}}}$

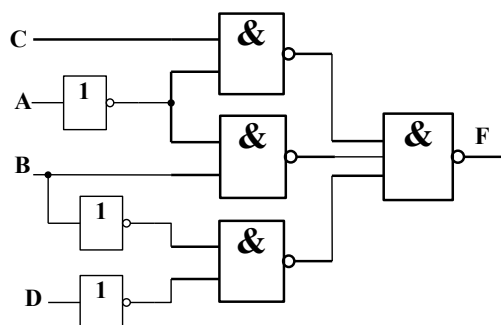


(2) 卡诺图如下：



化简得： $F = \overline{A}\overline{C} + \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{D}$

与非门实现时的表达式： $F = \overline{\overline{\overline{A}\overline{C}} \cdot \overline{\overline{A}\overline{B}} \cdot \overline{\overline{B}\overline{D}}}$



2.13 用一位全加器组成 4 位并行进位加法器，其并行进位电路应该如何实现？

**参考答案：**

用 4 个一位全加器 FA 组成 4 位并行进位加法器的逻辑框图如下：

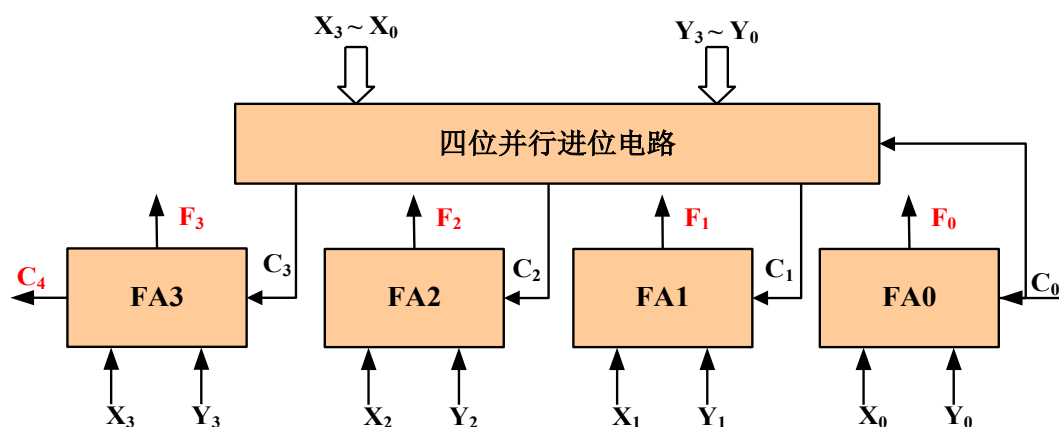
$X_3 \sim X_0$ 、 $Y_3 \sim Y_0$  是参加运算的两个 4 位二进制数据， $C_0$  是低位进位， $F_3 \sim F_0$  是加法运算的和， $C_4$  是产生的最高位进位。则位与位之间的进位  $C_3 \sim C_1$  的表达式为：

$$C_1 = X_1 Y_1 + (X_1 + Y_1) C_0$$

$$C_2 = X_2 Y_2 + (X_2 + Y_2) C_1 = X_2 Y_2 + (X_2 + Y_2) X_1 Y_1 + (X_2 + Y_2) (X_1 + Y_1) C_0$$

$$C_3 = X_3 Y_3 + (X_3 + Y_3) X_2 Y_2 + (X_3 + Y_3) (X_2 + Y_2) X_1 Y_1 + (X_3 + Y_3) (X_2 + Y_2) (X_1 + Y_1) C_0$$

按照以上 3 个表达式搭建电路即为下图中的“四位并行进位电路”。



2.14 请画出 74LS273 的典型用法的接线图。

**参考答案：** 略

2.15 什么是三态门？一般应用在什么场合？

**参考答案：**

三态门简称 TS 门（TriState Gate），也是计算机中广泛应用的一种特殊门电路。三态门有三种状态：低阻输出两种状态为“0”或“1”，高阻输出的第三态为禁止态，此时三态门输出端与其他电路的连接处相当于开路。三态门在计算机中常用于总线互斥传输，以防止线与而损坏门电路。

2.16 计算机中常用的寄存器有哪些？请说明如何使用？

参考答案：

计算机中常用的寄存器有移位寄存器、计数器、数据寄存器。使用方法略。

2.17 请说明 74LS299 的功能及使用方法。

参考答案：略

2.18 请说明 74LS161 的功能及使用方法。

参考答案：略

2.19 图 2.4 中锁存器 A、B 为边沿触发，运算器由运算选择信号确定执行何种运算，S 为二选一电路的选择信号。问：如何实现 A+B 的结果存入 A，A+B 的结果存入 B？若锁存器均为电平触发，则会有何结果？

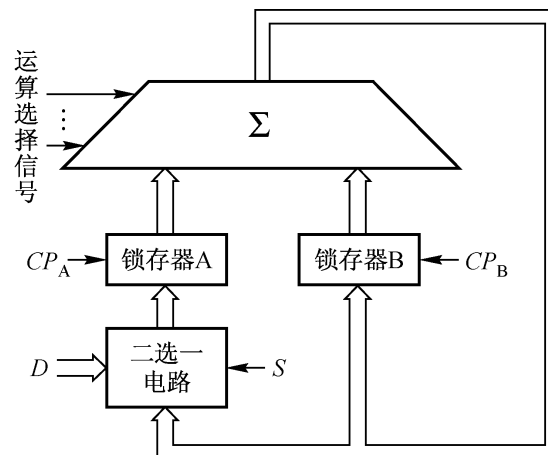


图 2.4 习题 2.19 的原理框图

参考答案：

假设  $S=0$ ，二选一电路选择 D 输出到锁存器 A； $S=1$ ，二选一电路选择运算器的结果输出到锁存器 A。则：

(1) A+B 的结果存入 A：运算器的“运算选择信号”选择“+”运算； $S=1$ ， $CP_A=\uparrow$ 。

(2) A+B 的结果存入 B：运算器的“运算选择信号”选择“+”运算； $CP_B=\uparrow$ 。

若锁存器均为电平触发，则在  $CP_A$  和  $CP_B$  为有效电平期间，运算器会运算很多次，

(1) 情况下，运算结果是  $A+B+B+B+\dots$ ；(2) 情况下，运算结果是  $A+B+A+A+\dots$ 。