

# 教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称 数字电子技术

专业班级 电气 251、251 (3+)

总学时数 72 学时

任课教师 林凯燕

## 课程基本信息

课程名称	数字电子技术			
课程性质	专业基础课	学分	4	
学时	总学时：72 学时。其中：课堂讲授 54 学时；实训/实验 18 学时；			
开课部门	机电工程系	任课教师	林凯燕	
授课专业、班级	电气自动化技术 251、251（3+）	开课学期	2025-2026 第二学期	
成绩评定	平时成绩占 40%；期末成绩占 60 %	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	数字电子技术	杨志忠	高等教育出版社	2018 年
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	<p>“数字电子技术”是电子信息与电气工程、自动化等电类专业的专业基础课，具有较深的理论基础与较强的工程实践性。学生通过本课程的学习，能够对数字电路有理性认识，对数字电子技术理论有基本理解，学会电子职业操作技能，初步能分析和调试数字电子装置，并为学生学习后继课程和继续自学打下良好的基础。</p>			
本课程教学目标	<p>1、知识目标：熟悉常用数字电子元器件的性能特点及应用常识，具有测试常用电子元器件的能力；掌握常见数字电子功能电路组成、工作原理、性能特点及其分析方法；</p> <p>2、能力目标：能运用所学知识和技能解决问题，通过实验课学习具有正确使用常用电子仪器测量电路参数及排除故障的能力。把握整体知识结构，发展逻辑思维能力。</p> <p>3、职业素养目标：培养严谨求实的科学态度，养成独立思考的学习习惯和良好的职业道德。</p>			
素质(思政)内容与要求	<p>通过电子技术发展史的学习帮助学生树立科学发展的世界观，通过对我国电子技术的发展情况的学习，强化学生专业和学科所承担的使命与历史责任感，激励学生树立高远志向。</p>			
学生用主要参考资料	<p>张帆等编：《数字电子技术》 中国铁道出版社。</p> <p>康华光等编：《电子技术基础》模拟部分 高等教育出版社。</p> <p>叶致诚编：《电子技术基础实验》 高等教育出版社。</p> <p>谢红等编：《电子技术基础学习指导与习题解答》 哈尔滨工程大学出版社。</p>			

# 《数字电子技术》教案

课题：模块一 数字逻辑基础模块

教学内容：1.1 数制与码制 1.2 逻辑代数基础

目的要求： 1. 了解本模块教学内容、教学要求及重点。  
2. 学习数制与码制。  
3. 掌握基本逻辑运算关系。

重点难点： 重点 数制转换及基本逻辑运算  
难点 无

素质思政内容：培养严谨的思维习惯

教学方法： 结合电子课件讲解

课时分配：2 节

教学过程：

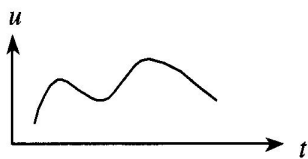
数字电路概述

## 1. 数字电路与模拟电路

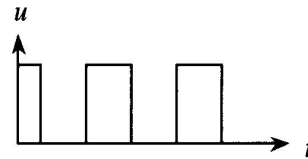
电子电路中的信号可分为两类—模拟信号和数字信号。

模拟信号是在时间和幅值上都连续变化的信号，例如温度、压力、磁场、电场等物理量通过传感器变成的电信号，模拟语音的音频信号和模拟图像的视频信号等，如图 1.1(a)所示。对模拟信号进行传输、处理的电子线路称为模拟电路。

数字信号是在时间和幅值上都不连续变化的离散信号，也可以说是由低电平电信号和高电平电信号组成的信号，例如计算机中各部件之间传输的信息、VCD 中的音视频信号等，如图 1.1(b)所示。对数字信号进行传输、处理的电子线路称为数字电路，如数字电子钟、数字万用表的电子电路都是由数字电路组成的。



(a) 模拟信号波形



(b) 数字信号波形

图 1.1 模拟信号和数字信号波形

## 2. 数字电子技术的特点

- 1) 数字电路的特点：精度高、可靠性强、应用范围广、集成度高且成本低、功耗低。
  - 2) 研究的主要问题：输入信号的状态（0 或 1）与输出信号的状态间的逻辑关系。
  - 3) 研究数字电路的数学工具：逻辑代数
- ### 3. 数字电路的分类
- 1) 按集成度：小规模（SSI）、中规模(MSI)、大规模(LSI)、超大规模(VLSI)
  - 2) 按开关器件类型：双极性（TTL 型）、单极性（MOS 型）
  - 3) 按有无记忆功能：组合逻辑电路、时序逻辑电路

## 1.1 数制与码制

### 1.1.1 数制

数制是表示数值大小的各种计数体制，即计数进位制的简称。

#### 1. 十进制

1) 基数 (radix): 10

2) 数码: 1, ~, 10

3) 进位规律: 逢十进一

4) 权:  $10^i$ , 其中  $i = \begin{cases} n-1 & (n \text{ 是整数位}) \\ -m & (m \text{ 是小数位}) \end{cases}$

#### 2. 二进制

1) 基数: 2

2) 数码: 1, 0

3) 进位规律: 逢二进一

4) 权:  $2^i$

#### 3. 八进制

#### 4. 十六进制

数码: 0~9 及 A、B、C、D、E、F

十进制中的 10~15 在十六进制中用 A、B、C、D、E、F 表示

### 1.1.2 数制转换

1、其它进制数  $\Rightarrow$  十进制数

方法: 加权系数求和法

【例 1.1】 $(11001.011)_2 = ( ? )_{10}$

$$\begin{aligned} \text{解: } (11001.011)_2 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 16 + 8 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0.25 + 0 + 0.125 = (25.375)_{10} \end{aligned}$$

2、十进制数  $\Rightarrow$  其它进制数

方法: 1) 整数部分: 除基数取余法 (倒序)

2) 小数部分: 乘基数取整法

【例 1.2】 $(50.75)_{10} = ( 110010.11 )_2$

3、二进制  $\Leftrightarrow$  八进制  $\Leftrightarrow$  十六进制

方法: 分组转换法

【例 1.3】 $(11001.11)_2 = ( 31.6 )_8 = (19.C)_{16}$

### 1.1.3 码制

数码不仅可以表示大小,也可以表示事物,这种表示不同事物代号的数码叫代码。编制代码遵循的规则称为码制。

二一十进制编码又称为 BCD (Binary Coded Decimal) 码,即用二进制代码表示十进制的十个数码 0 ~ 9。至少要用四位二进制数才能表示 0 ~ 9,而四位二进制有 16 种组合,要在 16 种组合中挑出 10 个,分别表示 0~9,怎么挑呢?不同的挑法构成了不同的 BCD 码,如:8421 码、2421 码、余 3 码、格雷码等。

1. **8421BCD 码** (恒权码) 用自然二进制的 0000~1001 来分别表示十进制数的 0~9 十个数码的,从高位到低位的权分别为 8、4、2、1。

$$( ) (801.93)_{10} = (1000\ 0000\ 0001.1001\ 0033)_{8421BCD}$$

注意：8421BCD 码  $\neq$  四位二进制数

2. 5421BCD 码（恒权码）

3. 余三码（无权码）余三码中每位的数码没有固定的权，它可由 8421 码加 3 得到。余三码组成的四位二进制数比它代表的十进制数码多三。

## 1.2 逻辑代数基础

### 1.2.1 基本的逻辑运算

1. 与运算

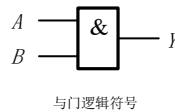
1) 与逻辑：只有决定某个事件的全部条件同时具备时，这件事才发生，这种因果关系叫做与逻辑。

2) 真值表

3) 逻辑表达式  $Y = A \cdot B$

4) 与门逻辑符号

5) 基本运算规则：



2. 或运算

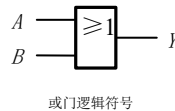
1) 或逻辑：在决定某个事件的各个条件中，只要有一个具备，这件事情就会发生，这种因果关系叫做或逻辑。

2) 真值表

3) 逻辑表达式  $Y = A + B$

4) 或门逻辑符号

5) 基本运算规则：



3. 非运算

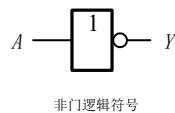
1) 非逻辑：只要条件具备了，事件就不会发生；而当条件不具备时，事件一定发生，这种互相否定的因果关系叫做非逻辑，也叫做逻辑求反。

2) 真值表

3) 逻辑表达式  $Y = \bar{A}$

4) 非门逻辑符号

5) 基本运算规则：



4. 复合逻辑运算

1) 与非运算

①表达式  $Y = \overline{A \cdot B}$

②逻辑符号

2) 或非运算

①表达式  $Y = \overline{A + B}$

②逻辑符号

3) 与或非运算

①表达式  $Y = \overline{A \cdot B + C \cdot D}$

②逻辑符号

4) 异或运算

①表达式  $Y = A \oplus B$

②逻辑符号

③真值表

5) 同或运算

①表达式  $Y = A \odot B = \overline{A} \cdot \overline{B} + AB$

②逻辑符号

③真值表

【归纳总结】

**课题：模块一 数字逻辑基础模块**

**教学内容：** 1.2.2 逻辑代数的公式、定理和规则  
1.3 逻辑函数的建立及其表示方法

**目的要求：** 1. 理解逻辑代数的公式、定理和规则。  
2. 理解逻辑函数的建立过程。  
3. 理解逻辑函数的表示方法，掌握主要表示方法间的转换。

**重点难点：** 重点 逻辑函数的建立及其表示方法  
难点 逻辑函数的建立

**素质思政内容：** 培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

**教学方法：** 结合电子课件讲解

**课时分配：** 2 节

**教学过程：**

【复习引入】

基本的逻辑运算：

【新课】

### 1.2.2 逻辑代数的基本公式、定理和规则

1. 逻辑代数的基本公式

1) 逻辑常量运算公式

2) 逻辑变量与常量运算公式

0-1 律：  $A + 0 = A, A + 1 = 1; A \cdot 1 = A, A \cdot 0 = 0$

互补律：  $A + \overline{A} = 1, A \cdot \overline{A} = 0$

重叠律（自等律）： $A + A = A, A \cdot A = A$

双重否定律（还原律）： $\overline{\overline{A}} = A$

3) 逻辑代数的基本定理

交换律： $A \cdot B = B \cdot A \quad A + B = B + A$

结合律： $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C) \quad (A + B) + C = A + (B + C)$

分配律： $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C \quad A + B \cdot C = (A + B)(A + C)$

反演律（摩根定律）： $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \quad \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

吸收律：

$$A + AB = A \quad AB + \overline{A}B = A$$

$$A + \overline{A}B = A + B$$

$$AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C$$

2. 逻辑代数的三个基本规则

利用这三个规则，可以得到更多的公式，也可扩充公式的应用范围。

1) 代入规则

任何一个含有变量  $A$  的等式，如果将所有出现  $A$  的位置都用同一个逻辑函数代替，则等式仍然成立。

例如，已知等式  $\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$ ，用函数  $Y=AC$  代替等式中的  $A$ ，根据代入规则，等式仍然成立，即有：

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

据此可以证明  $n$  个变量的摩根定律成立。

2) 反演规则

对于任何一个逻辑表达式  $Y$ ，如果将表达式中的所有“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”，“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”，“ $0$ ”换成“ $1$ ”，“ $1$ ”换成“ $0$ ”，原变量换成反变量，反变量换成原变量，那么所得的表达式就是函数  $Y$  的反函数（或称补函数） $\overline{Y}$ 。这个规则称为反演规则。

利用反演规则可以很容易地求出一个函数的反函数。

注意：①逻辑运算的优先顺序不变；②不是单个变量的反号保持不变。

3) 对偶定理

对于任何一个逻辑表达式  $Y$ ，如果将表达式中的所有“ $\cdot$ ”换成“ $+$ ”，“ $+$ ”换成“ $\cdot$ ”，“ $0$ ”换成“ $1$ ”，“ $1$ ”换成“ $0$ ”，而变量保持不变，则可得到一个新的函数表达式  $Y'$ ， $Y'$  称为函数  $Y$  的对偶函数，这个规则称为对偶规则。例如：

对偶规则的意义在于：如果两个函数相等，则它们的对偶函数也相等。

**【例 1】**证明逻辑等式： $AB + ABC + ABD + AB(C + D) = AB$

### 1.3 逻辑函数的建立及其表示方法

#### 1.3.1 逻辑函数的建立

**【例 2】**三人多数表决电路

设定变量，状态赋值；列些真值表

#### 1.3.2 逻辑函数的表示方法

常用的逻辑函数表示方法有：

1. 逻辑表达式（不唯一）

2. 真值表（唯一性）
3. 卡诺图（唯一性）
4. 逻辑图（不唯一）
5. 波形图（不唯一）

### 1.3.3 逻辑函数的最小项表示法

1. 最小项：所有变量都以原变量或以反变量的形式出现一次，并只出现一次的与项（乘积项）

2. 编号表示法： $m_i$

3. 性质：

- 1)  $n$  个变量的逻辑函数有  $2^n$  个最小项。
- 2) 任意一个最小项，只有一组变量取值可使其值为 1。
- 3) 任意两个不同最小项的乘积必为 0。
- 4) 全部最小项的和必为 1。

4. 逻辑函数的最小项表达式

**【例 3】** 将  $Y = \overline{A}B + \overline{B}C$  展开成最小项表达式。

### 1.3.4 逻辑函数不同表示方法间的转换

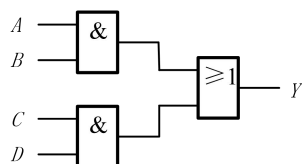
1. 真值表  $\Leftrightarrow$  表达式

**【例 4】** 写出例 2 真值表的逻辑函数表达式。

**【例 5】** 写出例 3 逻辑函数表达式的真值表。

2. 逻辑图  $\Leftrightarrow$  表达式

**【例 6】** 写出下图所示逻辑图的逻辑函数表达式。



### **【归纳总结】**

逻辑代数的基本公式、定律和定理是逻辑代数的基础，必须熟记于心，才能做到灵活运用；逻辑函数表达式有不同的表示方法，最小项及函数的最小项表示法要熟练掌握。

### **【布置作业】**

## **课题：模块一 数字逻辑基础模块**

### **教学内容：1.4 逻辑函数的化简方法**

- 目的要求：**
1. 学习逻辑函数的最简表达式
  2. 学习卡诺图的画法及其性质
  3. 掌握逻辑函数的化简方法。

**重点难点：** 重点 逻辑函数的化简方法  
 难点 合并相邻项

**素质思政内容：** 培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

**教学方法：** 结合电子课件讲解

**课时分配：** 2 节

**教学过程：**

### 【引入】

根据逻辑表达式，可以画出相应的逻辑图。但是直接根据逻辑要求而归纳出来的逻辑表达式及其对应的逻辑电路，往往不是最简单的形式，这就需要对逻辑表达式进行化简。用化简后的逻辑表达式来构成逻辑电路，所需的门电路的数目最少，电路最简单，这样有利于提高运算速度、稳定性，也比较经济。

### 【新课】

#### 1.4 逻辑函数的化简方法

化简逻辑函数经常用到的方法有两种：一种是公式（代数）化简法，就是利用逻辑代数中的公式进行化简；另一种是卡诺图化简法，用来进行化简的工具是卡诺图。

##### 1.4.1 逻辑函数的最简表达式

逻辑函数表达式的一般形式：

与-或表达式

或-与表达式

与非-与非表达式

或非-或非表达式

与-或-非表达式

每种表达式都有相应的最简形式。

##### 1.4.2 公式化简法

公式化简法就是运用逻辑代数的基本公式、定律和定理来化简逻辑函数的一种方法。

1. 常规法：利用几个常用的公式化简

$$AB + \overline{A}B = B$$

$$A + \overline{A}B = A + B$$

$$A + \overline{A}B = A + B$$

$$AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C$$

**【例 1】** 用公式法化简逻辑函数  $Y = \overline{A}BC + \overline{A}BC + \overline{A}BC + ABC$

（略）

**【例 2】** 用公式法化简逻辑函数  $Y = AD + \overline{A}D + AB + \overline{A}C + \overline{C}D + \overline{A}BEF$

（略）

2. 配项法

利用公式  $A + \overline{A} = 1$ ;  $A \cdot \overline{A} = 0$ ;  $A + A = A$ ;  $AB + \overline{A}C + BC = AB + \overline{A}C$ ，先写入某项，展开后消去多余项。

**【例 3】** 用公式法化简逻辑函数  $Y = \overline{A}C + \overline{B}C + \overline{A}C + \overline{B}C$

(有两种答案:  $Y = \overline{AB} + \overline{AC} + \overline{BC} = \overline{AB} + \overline{AC} + \overline{BC}$ )

公式化简法的优点是简单方便, 不受逻辑变量数目的限制, 适用于变量较多的逻辑函数是化简。缺点是直观行差, 难以判断所得的结果是否为最简。而卡诺图化简法具有直观、形象且有规律, 是逻辑函数化简的一种常用方法。

### 1.4.3 卡诺图化简法

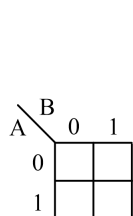
卡诺图化简法是将逻辑函数用卡诺图来表示, 在卡诺图上进行函数化简的方法。

#### 1. 卡诺图

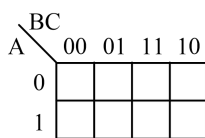
1) 逻辑相邻性: 如果一个逻辑函数的某两个最小项只有一个变量不同, 其余变量均相同, 则称这样的两个最小项为相邻最小项。

2) 卡诺图: 将代表  $n$  个变量的逻辑函数的  $2^n$  个最小项的小方格, 按相邻规则排列的方格图。

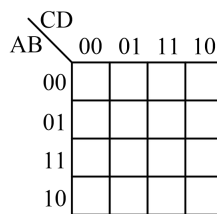
#### 3) 画法:



2变量卡诺图



3变量卡诺图



4变量卡诺图

#### 2. 逻辑函数的卡诺图

在卡诺图上那些与给定逻辑函数的最小项相应的方格内填入 1, 其余的方格内填入 0(或省略不填), 即得到该函数的卡诺图。

**【例 4】** 画出逻辑函数  $Y = \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + ABC$  的卡诺图。

**【例 5】** 画出逻辑函数  $Y(A, B, C, D) = \sum m(1, 3, 4, 6, 7, 11, 14, 15)$  的卡诺图。

#### 3. 化简逻辑函数

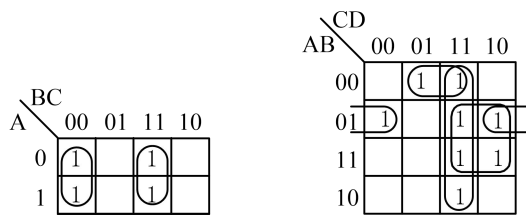
##### 1) 合并相邻项的规律:

$2^n$  个标 1 的相邻最小项 (相邻 1 方格) 合并, 可消去  $n$  个变量。

##### 2) 化简的步骤:

- ①画变量的卡诺图
- ②画出函数的卡诺图——填“1”
- ③合并相邻 1 方格最小项——圈“1”
- ④写最简与或表达式

**【例 6】** 试用卡诺图化简逻辑函数  $Y = \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + ABC$ 。



【例 7】试用卡诺图化简逻辑函数  $Y(A, B, C, D) = \sum m(1,3,4,6,7,11,14,15)$ 。

(略)

3) 画圈原则：圈数最少、圈尽可能大、有小到大、不能遗漏。

注意： $2^n$  个标 1 的相邻最小项（相邻 1 方格）才能合并

1 方格可以重复圈，但在新包围圈中至少要有一个尚未圈过的 1 方格。

【归纳总结】

课题：模块一 数字逻辑基础模块

教学内容：1.4.4 具有无关项逻辑函数的化简 及习题课

- 目的要求：
1. 了解无关项的概念及表示法。
  2. 掌握利用无关项化简逻辑函数的方法。
  3. 系统把握本模块内容。。

重点难点：重点 具有无关项的逻辑函数的化简  
难点 无关项的理解

素质思政内容：培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

教学方法： 结合电子课件讲解

课时分配：2 节

教学过程：

【复习巩固】

- 1) 逻辑函数的化简方法
- 2) 卡诺图化简法中，圈 1 时注意事项

【例 1】试用卡诺图化简逻辑函数  $Y = AB + ACD + \overline{BC} \cdot \overline{D} + \overline{AB} + \overline{ABC}\overline{D}$

分析：利用合并相邻项的规律简化填“1”过程

#### 1.4.4 具有无关项的逻辑函数的化简

##### 1. 无关项及其表示法

###### (1) 无关项

在逻辑函数中变量的某些取值组合根本不会出现，或不允许出现。取值根本不会出现或

不允许出现的变量取值组合所对应的最小项叫做约束项或无关项。

如“8421BCD 码显示译码器电路”

“水箱问题”中的无关项问题。

(2) 性质

(3) 表示法

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{逻辑表达式：约束条件} \\ \text{真值表（卡诺图）：} \times \end{array} \right.$$

2. 具有无关项的逻辑函数的化简

根据需要，将“ $\times$ ” $\Rightarrow$ “1”

【例 2】化简逻辑函数

$$F(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 4, 6, 8) + \sum d(10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

【本模块小结】

数字逻辑基础是是逻辑电路分析和设计的基础。要熟练掌握逻辑代数的基本逻辑运算和基本定律，熟悉常用门电路的逻辑符号；熟悉常用逻辑函数的表示方法，掌握表达式、真值表、逻辑图间的相互转换；熟练掌握公式法和卡诺图法化简逻辑函数的基本方法。需要重点把握：逻辑函数不同表述方法之间的相互转换和逻辑函数的两种化简方法

【习题 1】化简  $Y = AB + AC + BC$

【习题 2】化简  $Y = \overline{ABC} + \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC$

【习题 3】化简

$$\left\{ \begin{array}{l} Y(A, B, C) = \sum m(0, 2, 4, 5, 6) \\ ABC = 0 \end{array} \right.$$

注意：“ $\times$ ” $\Rightarrow$ “1”，但不是“1”

【习题 4】写出给定逻辑图的输出函数表达式。

课题：模块二 集成逻辑门电路

教学内容：2.1 逻辑门电路 2.2 触发器的特点、逻辑符号和功能

目的要求： 1. 进一步认识逻辑门电路  
2. 掌握触发器的特点。

重点难点：重点 熟悉基础器件及功能的测试  
难点 触发器功能的测试

教学方法： 结合电子课件讲解

素质思政内容： 培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

课时分配： 2 节

教学过程：

## 2.1 逻辑门电路

逻辑门电路是能够实现各种基本逻辑关系的电路，简称为“门电路”或“逻辑器件”。在逻辑电路中，逻辑事件的肯定与否可以用电平的高与低来表示。高电平表示一种状态，低电平表示另一种状态，或分别用“1”和“0”来表示。若用“1”代表高电平，“0”代表低电平，则称为正逻辑；若用“0”代表高电平，“1”代表低电平，则称为“负逻辑”。在无特殊说明时，采用“正逻辑”。

一般，高电平的范围： $2.4V \sim 5V$

低电平的范围： $0V \sim 0.8V$

### 2.1.1 集成逻辑门电路概述

集成逻辑门电路主要有 TTL 逻辑门电路和 CMOS 逻辑门电路。

半导体三极管又称双极型三极管（英文缩写上 BIT，即 Bipolar Junction Transistor）由若干 BIT、二极管和电阻构成的集成门电路称为 TTL 逻辑门电路，目前有中速 54/74 系列、高速 54H/74H 系列、低功耗 54LS/74LS 肖特基系列、改进型肖特基 54AS/74AS 系列和改进型低功耗肖特基 54ALS/74ALS 系列。常见 TTL 门电路有与非门、或非门、与非门、异或门以及集电极开路门（OC 门）和三态输出门。

常用的 MOS 门电路有 NMOS，PMOS，CMOS，LDMOS，VDMOS 等 5 种。

CMOS 有静态功耗低、电源电压范围宽、输入阻抗高、带负载能力强、稳定性好等诸多优点。

常见门电路有：CMOS 反相器、与非门、或非门、异或门、漏极开路门（OD 门）、三态门。

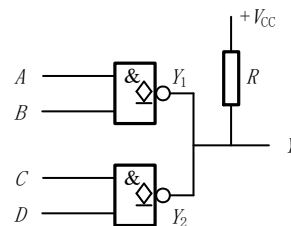
### 2.1.2 集电极开路与非门

1. 逻辑符号

2. 应用：实现“线与”

$$Y = Y_1 \cdot Y_2 = \overline{AB} \cdot \overline{CD} = \overline{AB + CD}$$

注意：必须接上拉电阻 R



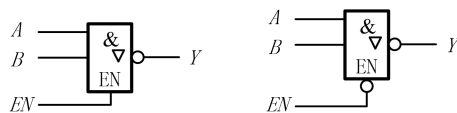
### 2.1.3 TTL 三态输出门

三态门：输出状态有高电平和低电平，还可呈第三态——高阻态。TTL 三态输出门是在普通的门电路的基础上附加控制电路而构成的，故有控制端。

1. 逻辑符号

控制端（EN 端）有高电平有效和低电平有效两类，因此需注意区分。只有控制端是有效电平时，电路为工作状态，即进行逻辑运算；当控制端为无效电平时，输出为高阻态。

2. 应用：总线结构、双向传输



EN	A	B	Y	EN	A	B	Y
0	x	x	Z	1	x	x	Z
1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	1	0

#### 2.1.4 多余输入端的处理

原则：满足逻辑功能；符合电气特性

#### 2.1.5 动手做——门电路功能测试

74LS54 芯片——多余输入端的处理

### 2.2 触发器的特点、逻辑符号和功能

#### 2.2.1 触发器概念及其特点

1. 触发器：能够存储一位二进制信息的基本单元电路称为触发器。

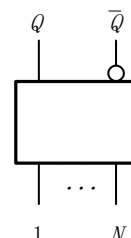
2. 触发器的框图：

有  $1\sim n$  个输入端、两个互补的输出端，分别用  $Q$  和  $\bar{Q}$  表示。通常用  $Q$  端的状态表示触发器的状态。

3. 触发器的两个基本特点：

①具有两个稳定状态，可分别用来表示二进制数的 0 和 1。

②保持和翻转功能。接收输入信号后，两个稳定状态可以相互转换。



#### 2.2.2 触发器的分类、符号

##### 1. 触发器的分类

(1) 按触发器的电路结构形式的不同来划分为：基本 RS 触发器、同步 RS 触发器、主从触发器、维持阻塞触发器、CMOS 边沿触发器等。不同的电路结构形式，在接收输入信号的时刻，状态的变化过程等有不同的特点。

(2) 按触发器的逻辑功能的不同来划分为：RS 触发器、D 触发器、JK 触发器、T 触发器和 T' 触发器等。

##### 2. 触发器的符号

(略)

### 课题：模块二 2.3 集成触发器及其应用

目的要求： 1. 掌握触发器的符号及功能  
2. 理解触发器的应用

重点难点：重点 边沿触发器  
难点 触发器的应用

教学方法： 结合电子课件讲解

素质思政内容： 培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

课时分配： 2 节

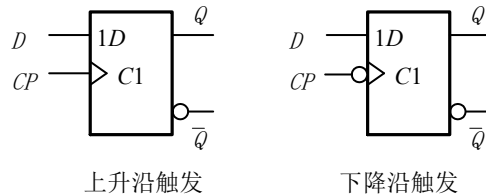
教学过程：

集成触发器大多是克服了空翻的边沿触发器和主从触发器结构，它们也受时钟脉冲控制。共同的特点是触发器状态的变化只发生在时钟脉冲的上升沿或下降沿到来的时刻。边沿触发器不仅将触发器的触发翻转控制在 CP 触发沿到来的一瞬间，而且将接收输入信号的时间也控制在 CP 触发沿到来的前一瞬间。因此应用更广泛。

当触发器接收输入信号，由一个稳定状态转换到另一个稳定状态时，通常把接收输入信号之前的状态称为初态（现态），记作  $Q^n$ ，将接收输入信号之后的状态称为次态，记作  $Q^{n+1}$ 。输入信号和现态、次态之间关系用表格形式体现即为状态表，也叫功能表；以表达式的形式体现就是特性方程。

### 2.3.1 边沿 D 触发器

#### (1) 逻辑符号



#### (2) 功能表(CP 信号的有效时刻)

D触发器功能表

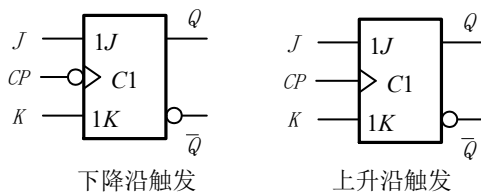
$D$	$Q^n$	$Q^{n+1}$	功能说明
0	0	0	置 0 功能
0	1	0	
1	0	1	置 1 功能
1	1	1	

可见，D 触发器有置 0、置 1 功能；如果 CP 条件不满足时是保持状态。

#### (3) 特性方程： $Q^{n+1} = D$ (CP 信号的有效时刻)

### 2.3.2 边沿 JK 触发器

#### (1) 逻辑符号



#### 号的有效时刻)

可见，JK 触发器有保持、置 0、置 1 功能和翻转功能，是触发器中功能最齐全的触发器。如果 CP 条件不满足时是保持状态。

#### (3) 特性方程：

$$Q^{n+1} = J\overline{Q^n} + \overline{K}Q^n \quad (\text{CP 信号的有效时刻})$$

### 2.3.3 边沿 T 和 T' 触发器

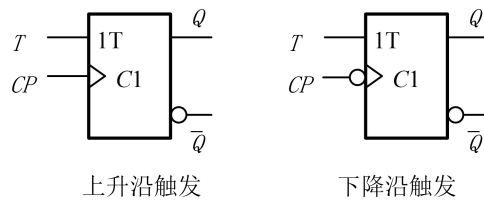
#### 1. 边沿 T 触发器

边沿 T 触发器是只具有保持和翻转功能的触发器。

#### (2) 功能表 (CP 信

输入		输出	功能说明
$J$	$K$	$Q^{n+1}$	
0	0	$Q^n$	保持功能
0	1	0	置 0 功能
1	0	1	置 1 功能
1	1	$\overline{Q^n}$	翻转功能

(1) 逻辑符号



(2) 状态表

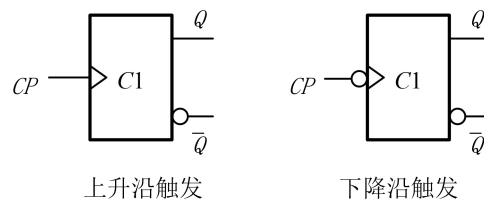
T触发器功能表

$T$	$Q^n$	$Q^{n+1}$	功能说明
0	0	0	保持
0	1	1	
1	0	1	翻转
1	1	0	

2. 边沿 T' 触发器

边沿 T' 触发器是只具有翻转功能的触发器。

逻辑符号：



边沿 T 和 T' 触发器主要用于计数器，没有现成的集成芯片。

2.3.4 触发器的应用

【例 1】边沿 D 触发器，设触发器初始状态为 0，已知输入信号的波形，试画出输出端的波形图。

【例 2】边沿 JK 触发器，设触发器初始状态为 0，已知输入信号的波形，试画出输出端的波形图。

课题：模块三 数字逻辑电路的分析方法

教学内容：3.1 组合逻辑电路的分析

目的要求：1. 掌握组合逻辑电路的特点  
2. 掌握组合逻辑电路的分析方法。

重点难点：重点 组合逻辑电路的分析  
难点 无

教学方法： 结合电子课件讲解

素质思政内容： 培养逻辑思维习惯、认真的科学态度和良好的学习方法

课时分配： 2 节

教学过程：

### 3.1 组合逻辑电路的分析

#### 3.1.1 组合逻辑电路概述

##### 1. 组合逻辑电路

在任何时刻，输出状态只决定于该时刻各输入状态，而与电路以前的状态无关的逻辑电路称为**组合逻辑电路**。

##### 2. 组合逻辑电路结构特点

- (1) 由门电路组合而成
- (2) 无反馈及延时通路
- (3) 电路中无记忆元件

##### 3. 组合逻辑电路的描述方法

- (1) 逻辑表达式
- (2) 真值表（卡诺图）
- (3) 逻辑电路图
- (4) 波形图

#### 3.1.2 组合逻辑电路分析

组合逻辑电路分析的主要任务是根据其逻辑图确定逻辑功能。

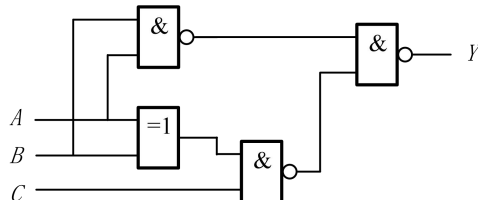
##### 1. 实践方法（结合“做一做”内容总结）

##### 2. 理论分析步骤

- ① 写出逻辑图输出端的逻辑表达式。
- ② 化简和变换逻辑表达式。
- ③ 列出真值表（或波形图）。
- ④ 根据真值表（或波形图）和逻辑表达式判断电路完成的逻辑功能。
- ⑤ 必要时可做评价或提出改进意见。

##### 3. 分析举例

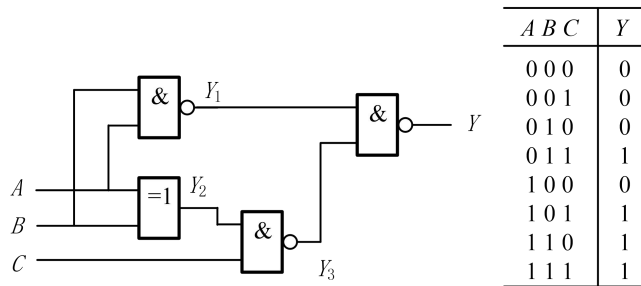
**【例 1】** 试分析如图所示组合逻辑电路的逻辑功能。



解：

(1) 从给出的逻辑图，由输入向输出的电路关系，写出各逻辑门的输出表达式：

$$Y_1 = \overline{AB}, \quad Y_2 = A \oplus B, \quad Y_3 = \overline{Y_2 \cdot C}$$



例 1 的逻辑图及真值表

(2) 进行逻辑变换和化简, 得到输出输出端的逻辑表达式:

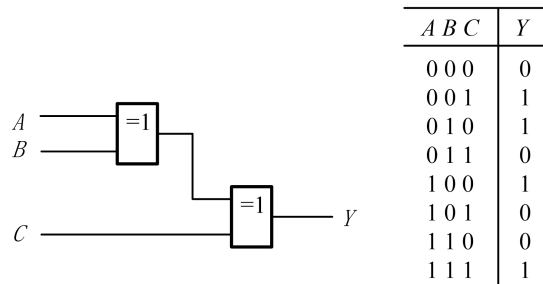
$$\begin{aligned}
 Y &= \overline{Y_1} \cdot Y_3 = \overline{AB} \cdot \overline{(A \oplus B)C} \\
 &= AB + \overline{ABC} + \overline{ABC}
 \end{aligned}$$

(3) 写出真值表如上所示。

(4) 由真值表可知: 该逻辑电路是“三人多数表决电路”电路。

说明: 与“做一做”中测出的真值表比较, 结论完全一致, 说明有多种逻辑电路可以实现同样的功能。

【例 2】试分析如图所示组合逻辑电路的逻辑功能。



例 2 的逻辑图及真值表

解:

(1) 写出输出表达式:

(2) 根据异或的概念直接写出真值表, 如上所示。

(3) 由真值表可知: 该电路是三变量的判奇电路

说明: 特殊表达式的真值表的列写方法