

《数字逻辑电路》课程小结

新疆大学信息科学与工程学院

《数字逻辑电路》
精品课程建设项目课题组

2010年6月

第一章 数制和码制

- ◆ N进制数按10进制展开： $D = \sum k_i N^i$
- ◆ 数字电路中广泛采用二进制，二进制的特点是逢二进一，用0和1表示逻辑变量的两种状态。二进制可以方便地转换成八进制、十进制和十六制。
- ◆ 不同数制之间的转换方法(整数部分. 小数部分)
- ◆ 二进制算数运算(原码 反码 补码)
- ◆ BCD码是十进制数的二进制代码表示，常用的BCD码是8421码。

第二章 逻辑代数基础

- ◆ 逻辑：事物间的因果关系
- ◆ 逻辑运算
- ◆ 布尔代数 开关代数 逻辑代数
- ◆ 多变量的不同状态组合

数字电路的输入变量和输出变量之间的关系可以用逻辑代数来描述，最基本的逻辑运算是与运算、或运算和非运算，复合逻辑运算是与非、或非、与或非、同或、异或。

第二章 逻辑代数基础

- ◆ 逻辑代数的基本公式和常用公式
- ◆ 逻辑代数的基本定理(代入定理 反演定理 对偶定理)
- ◆ 逻辑函数有5种表示方法：逻辑真值表、逻辑函数式、逻辑图、波形图（时序图）、卡诺图。

这几种方法之间可以互相转换，真值表和卡诺图是逻辑函数的最小项表示法，它们具有惟一性，而逻辑表达式和逻辑图都不是惟一的，应当根据具体情况选择最适合的一种方法表示所研究的逻辑函数。

第二章 逻辑代数基础

本章介绍了两种逻辑函数化简法。

- ◆ **公式化简法** 是利用逻辑代数的公式和规则，经过运算，对逻辑表达式进行化简。它的优点是不受变量个数的限制，但是否能够得到最简的结果，不仅需要熟练地运用公式和规则，而且需要有一定的运算技巧。
- ◆ **卡诺图化简法** 是利用逻辑函数的卡诺图进行化简，其优点是方便直观，容易掌握，但变量个数较多时（五个以上），则因为图形复杂，不宜使用。在实际化简逻辑函数时，将两种化简方法结合起来使用，往往效果更佳。
- ◆ **无关项** 在化简逻辑函数中的应用 （**约束项** **任意项**）

第三章 门电路

门电路是构成各种复杂数字电路的基本逻辑单元，掌握各种门电路的逻辑功能和电气特性，对于正确使用数字集成电路是十分必要的。

本章介绍了目前应用最广泛的TTL(TTL反相器 OC门 TS门 三极管工作状态判断等)和CMOS(CMOS反相器 OD门 TG传输门 三态门等)两类集成逻辑门电路。在学习这些集成电路时，应把重点放在它们的外部特性上。

外部特性包含两个内容，一个是输出与输入间的逻辑关系，即所谓逻辑功能；另一个是外部的电气特性，包括电压传输特性、输入特性、输出特性等。本章也讲一些集成电路内部结构和工作原理，但目的是帮助读者加深对器件外特性的理解，以便更好地利用这些器件。

CMOS电路的正确使用

第四章 组合逻辑电路

- ◆ 组合逻辑电路是一种应用很广的逻辑电路。本章介绍了组合逻辑电路的分析和设计方法，还介绍了几种常用的中规模(MSI)组合逻辑电路器件。
- ◆ 本章总结出了采用集成门电路构成组合逻辑电路的分析和设计的一般方法，只要掌握这些方法，就可以分析任何一种给定电路的功能，也可以根据给定的功能要求设计出相应的组合逻辑电路。

第四章 组合逻辑电路

- ◆ 本章介绍了编码器、译码器、数据选择器、加法器和数值比较器等MSI组合逻辑电路器件的功能，并讨论了利用译码器、数据选择器和加法器实现组合逻辑函数的方法。
- ◆ 对于MSI组合逻辑电路，主要应熟悉电路的逻辑功能。了解其内部电路只是帮助理解器件的逻辑功能。只有熟悉MSI组合逻辑电路的功能，才能正确应用好电路。
- ◆ 本章介绍了组合逻辑电路中的竞争—冒险现象(检查方法与消除方法)
- ◆ 本章介绍了基于功能块的MSI组合逻辑电路的分析方法。熟悉这种方法，对MSI组合逻辑电路的分析很有帮助。

第五章 触发器

- ◆ 触发器(Flip-Flop)是具有记忆功能的逻辑电路，每个触发器能存储一位二进制数据。
- ◆ 按照逻辑电路结构的不同，可以把触发器分为基本RS触发器、同步RS触发器、主从触发器和边沿触发器。
- ◆ 按照触发方式不同，可以把触发器分为电平触发、脉冲触发(主从触发)、边沿触发。
- ◆ 按照逻辑功能不同，可以把触发器分为RS触发器、JK触发器、D触发器、T触发器和T'触发器。

第五章 触发器

◆ 各种触发器特点

- RS 触发器具有约束条件。
- T 触发器和 D 触发器比较简单。
- T' 触发器是一种计数型触发器。
- JK 触发器是多功能触发器，它可以方便地构成 RS 触发器、 T 触发器和 T' 触发器。

◆ 描述触发器逻辑功能的方法有功能表、状态转换表、特性方程、状态转换图和时序图。

◆ 集成触发器产品通常为 D 触发器和 JK 触发器。在选用集成触发器时，不仅要知道它的逻辑功能，还必须知道它的触发方式，只有这样，才能正确的使用好触发器。

第六章 时序逻辑电路

- ◆ 时序逻辑电路的特点：任一时刻输出状态不仅取决于当时的输入信号，还与电路的原状态有关，因此时序电路中必须含有存储器件。
- ◆ 描述时序逻辑电路逻辑功能的方法有方程组（驱动方程、状态方程、输出方程）、状态转换表、状态转换图和时序图等。
- ◆ 时序逻辑电路的分析步骤一般为：逻辑图→时钟方程（异步）→驱动方程→输出方程→状态方程→状态转换表→状态转换图和时序图→逻辑功能。

第六章 时序逻辑电路

- ◆ 时序逻辑电路的一般设计步骤为：设计要求→逻辑抽象→状态转换表(图)→状态化简→最简状态表→状态编码→次态输出卡诺图→状态方程、输出方程、驱动方程(选择触发器类型)→逻辑图→补全的状态转换图→检查电路能否自启动。
- ◆ 计数器是一种简单而又最常用的时序逻辑器件。计数器不仅能用于统计输入脉冲的个数，还常用于分频、定时、产生节拍脉冲等。掌握常用的MSI计数器74161和74160的用法。
- ◆ 用已有的 N 进制集成计数器产品可以构成 M (任意)进制的计数器($N > M$ 置零法/置数法 $N < M$ 整体置零法/整体置数法)
- ◆ 寄存器也是一种常用的时序逻辑器件。寄存器分为数码寄存器和移位寄存器两种。

第十章 脉冲波形的产生和整形

- ◆ 本章介绍了各种产生和变换矩形脉冲的电路。
- ◆ 施密特触发器有两种稳态，但状态的维持与翻转受输入信号电平的控制，所以输出脉冲的宽度是由输入信号决定的。施密特触发器的主要应用：波形变换、脉冲整形、脉冲鉴幅。
- ◆ 单稳态触发器只有一个稳态，在外加触发脉冲作用下，能够从稳态翻转为暂稳态。但暂稳态的持续时间取决于电路内部的元件参数，与输入信号无关。因此，单稳态触发器可以用于产生脉宽固定的矩形脉冲波形。

第十章 脉冲波形的产生和整形

- ◆ 多谐振荡器没有稳态，只有两个暂稳态。两个暂稳态之间的转换，是由电路内部电容的充、放电作用自动进行的，所以它不需要外加触发信号，只要接通电源就能自动产生矩形脉冲信号。
- ◆ 555定时器是一种用途很广的集成电路，除了能构成施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器以外，还可以接成各种应用电路。读者可参阅有关书籍自行设计出所需的电路。

《数字逻辑电路》试题分析

一、基本概念题（填空题、判断题、选择题，30%）

1. 数制转换
2. 原码、反码与补码
3. 逻辑代数中的基本运算
4. 三极管结构特点（三个电极：基极、集电极、发射极）、工作状态（放大区、截止区、饱和区），电流放大系数 β ；开关作用下的饱和条件、截止条件等
5. 硅二极管（锗二极管）的导通电压，截止电压
6. 场效应管工作原理
7. OC门的电路特点，实现“线与”逻辑
8. 常用的组合电路、时序电路

《数字逻辑电路》 试题分析

9. 正、负逻辑的定义
10. 各种触发器的特性方程
11. 多谐振荡器已知频率、 R 、 C ，计算脉冲信号周期
12. 反相器的饱和深度问题
13. 数字逻辑电路可分为：组合逻辑电路和时序逻辑电路，分别的定义
14. TTL门电路和CMOS电路的正确使用方法（多余输入端的正确接法）
15. 用JK触发器和D触发器接成RS触发器、T触发器和T' 触发器的基本方法
16. 常用的脉冲波形整形电路
17. 最大项与最小项
18. 反演式、对偶式，求反函数的方法

《数字逻辑电路》试题分析

- 19. 门电路的输出状态（高电平、低电平、高阻）判断
- 20. 给定二进制计数器的计数容量 N ，计算需要的触发器个数 X
- 21. 单稳态触发器的暂稳态维持时间由什么决定？
- 22. 施密特触发器的主要应用？（波形变换、脉冲整形、脉冲鉴幅）
- 23. 输出端能并联使用的TTL门电路和CMOS门电路有哪些？
- 24. 编码与译码的概念
- 25. 组合逻辑电路中的竞争-冒险现象判断
- 26. 同步与异步时序逻辑电路的区别

《数字逻辑电路》试题分析

二、公式法或卡诺图法化简并实现逻辑图（10%）

注：约束条件的正确应用，题目要求最简与非式、最简与或式、最简与或非式

三、门电路的计算问题：（10%可选）

1. 给定电路参数，输入端分别接0v 5v 和悬空时的输出电压 V_o 值和三极管的工作状态判断。（参考作业题）

2. 给定TTL门电路的输入输出特性参数，计算门电路的扇出系数（可以驱动的门电路的最大数目）

《数字逻辑电路》试题分析

- 四、用常用的MSI器件（如译码器、数据选择器、加法器等）设计组合逻辑电路（10%）
- 五、已知某种类型的触发器以及CLK端、输入端、异步复位置位端的电压波形，画出Q和Q'端对应的波形（10%）
- 六、给定一个时序逻辑电路逻辑图，分析电路的逻辑功能，写出电路的驱动方程、状态方程和输出方程，画出电路的状态转换图和时序图（10%）

《数字逻辑电路》试题分析

七、设计M进制的计数器，检查电路能否自启动 (10%—15%)

- ◆ 用触发器（JK触发器或D触发器）和门电路（或者74LS161、74LS160）设计M进制的计数器
- ◆ 设计某个码制（如4位循环码）计数器
- ◆ 给定计数器的状态转换图，完成相应的逻辑电路设计
- ◆ 用74LS161、74LS160设计M进制的计数器
 - 单片接法
 - 多片级联接法
 - 整体置位法或整体置零法的应用

八、给定施密特触发器电路参数值，计算 V_{T+} 、 V_{T-} 和回差电压，并根据输入端电压波形画出输出电压波形（10%可选）

《数字逻辑电路》试题分析

九、综合设计题（12%–15%）

1. 自动售邮票机（或自动售饮料机）的逻辑电路设计
2. 交通信号灯控制逻辑电路设计
3. 判断输血者与受血者的血型相符的逻辑电路设计
4. 4人抢答器逻辑电路设计
5. 74LS138的应用：增加必要的TTL门电路设计一位全加器（全减器）电路等

《数字逻辑电路》试题分析

6. 能自启动的n位环形计数器的设计：给定相应的有效循环状态转换图，设计能自启动的环形计数器
7. 具有优先级的编码电路设计（医院病房、急救电话等）
8. 水箱供水问题（作业题）
9. 电灯的多路开关控制电路设计
10. 多数表决控制电路设计
11. 步进电机转动控制电路设计
12. 灯光控制逻辑电路设计
13. *串行数据检测电路设计
14. *给定一个特殊序列，设计相应的序列脉冲检测器