

学号: 2453619

# 同济大学实验报告纸

软件工程 专业 2024 届 4 班 姓名 薛毓哲 第 组 同组人员

课程名称 计算机组成原理实验 实验名称 触发器实验 实验日期 2025 年 10 月 23 日

## 【实验目的】

1. 掌握触发器的工作原理
2. 用与非门构成基本 R-S 触发器
3. 集成 J-K 触发器和 D 触发器功能测试

## 【实验设备】

1. 数字逻辑实验系统
2. 74LS00 — 2 输入端四与非门
3. 74LS112 — 双 J-K 触发器
4. 74LS74 — 双 D 触发器

## 【实验原理】

触发器是一种时序电路, 它的输出不仅与当前信号有关, 还和电路的先前状态有关。触发器是时序电路的基本单元, 是一种具有存储和记忆功能的单元电路, 可以用于接收、存储、输出二进制的代码 0 和 1。触发器接受输入信号之前的状态叫作现态, 接受输入信号之后的状态叫作次态, 其次态不仅与输入信号状态有关, 而且与触发器的现态有关。触发器可分为双稳态、单稳态和无稳态触发器, 其中双稳态触发器输出有两个稳定状态 0 和 1, 而本实验中所涉及的基本 R-S 触发器、J-K 触发器和 D 触发器都是双稳态触发器。

基本 R-S 触发器是一种最简单的触发器, 是构成其他各种触发器的基础, 其电路具有两个稳定状态, 在无外来触发信号作用时, 电路将保持原状态不变。在外加有效触发信号时, 电路会触发翻转, 实现置 0 或置 1。在稳定状态下, 其两个输出端的状态必须是互补关系。



# 同济大学实验报告纸

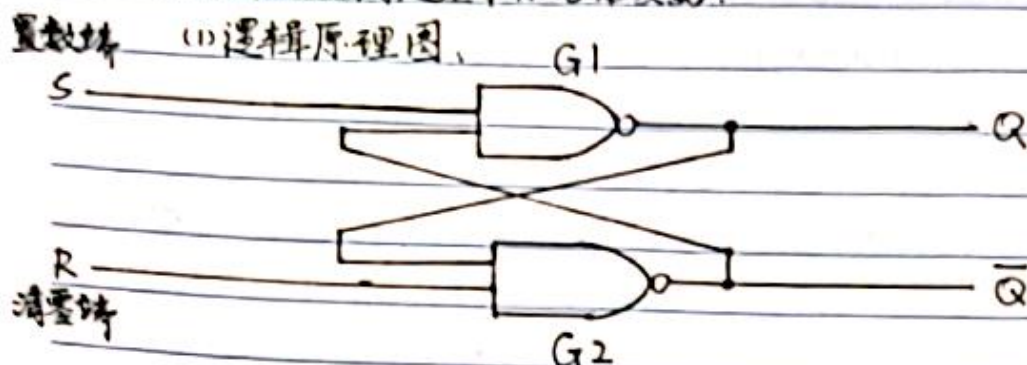
专业 \_\_\_\_\_ 局 \_\_\_\_\_ 班 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组 同组人员 \_\_\_\_\_

课程名称 \_\_\_\_\_ 实验名称 \_\_\_\_\_ 实验日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## [实验内容]

1. 用门电路构建基本R-S触发器。

(1) 逻辑原理图



(2) 运算功能表

S	R	$Q^n$	$Q^{n+1}$	触发器状态
0	0	0	0	保持
0	0	1	1	保持
0	1	0	0	复位(置0)
0	1	1	0	复位(置0)
1	0	0	1	置位(置1)
1	0	1	1	置位(置1)
1	1	0	X	不定
1	1	1	X	不定

(3) 工作原理

①  $R=0, S=1$  (置0)。

当  $R=0$  时, 无论触发器原来状态如何,  $Q \sim 1$ , 此时门  $G1$  的两输入端都为1, 有  $Q=0$ ; 置0后, 无论  $R$  为1或0, 只要  $S=1$ , 触发器都将保持0态, 因此  $R$  端被称为置0端或复位端。

②  $R=1, S=0$  (置1)。

因  $S=0$ , 则都有  $Q=1$ , 于是触发器被置1; 一旦被置1, 只要  $R=1$ , 不变, 触发器都将保持1态, 因此称  $S$  端为置1端或置位端。

# 同济大学实验报告纸

专业 \_\_\_\_\_ 届 \_\_\_\_\_ 班 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组 同组人员 \_\_\_\_\_

课程名称 \_\_\_\_\_ 实验名称 \_\_\_\_\_ 实验日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## ③ $R=1, S=1$ (保持)

设触发器置于0态, 即  $Q=0, \bar{Q}=1$ 。此时  $Q=0$  反馈到  $G2$  输入端, 保证  $\bar{Q}=1$ ; 而  $\bar{Q}=1$  反馈到  $G1$  输入端, 与  $SD=1$  共同作用, 保证了  $Q=0$ , 保持了初态。

设触发器置于1态, 即  $Q=1, \bar{Q}=0$ 。此时  $\bar{Q}=0$  反馈到  $G1$  的输入端, 保证  $Q=1$ ; 而  $Q=1$  反馈到  $G2$  的输入端, 与  $RD=1$  共同作用, 保证了  $Q=1$ , 保持了初态。

## ④ $R=0, S=0$ (不定)

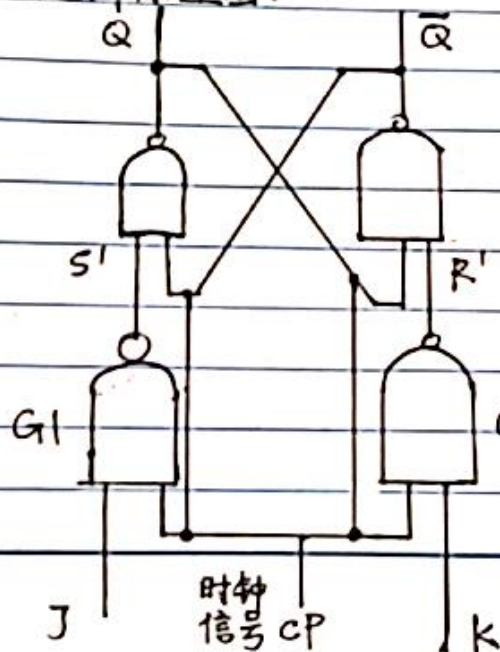
无论原来触发器状态如何, 只要  $RD, SD$  同时为0, 都有  $Q=\bar{Q}=1$ , 不符合  $Q$  和  $\bar{Q}$  互反的逻辑状态要求。因此触发器状态将不确定。

## (4) 实验步骤:

用74LS00构成基本RS触发器,  $S, D$  分别接逻辑开关, 输出端  $Q$  接LED显示, 做实验并记录结果。

## 2. J-K触发器逻辑功能验证.

### (1) 逻辑原理图:



### (2) 工作原理:

① 当  $CP=0$ ,  $G1, G2$  门被封锁,  $S'=R'=1$ ,  $Q$  不变, 触发器处于保持状态。

② 当  $CP=1$ ,  $G1, G2$  门打开,  $Q$  随  $G2$  J, k 变化, 触发器在工作状态。



# 同济大学实验报告纸

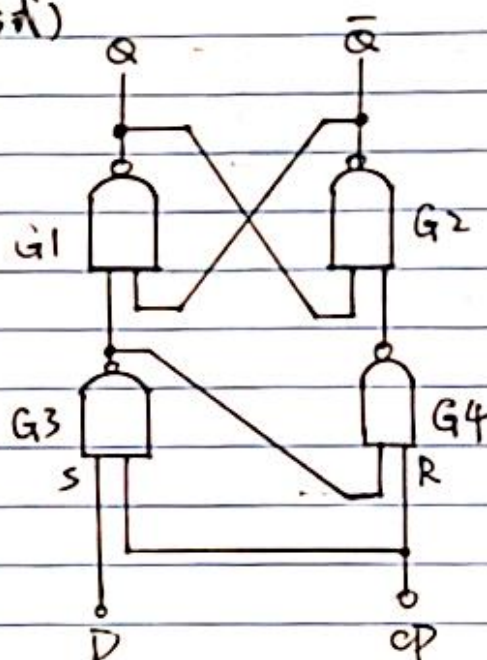
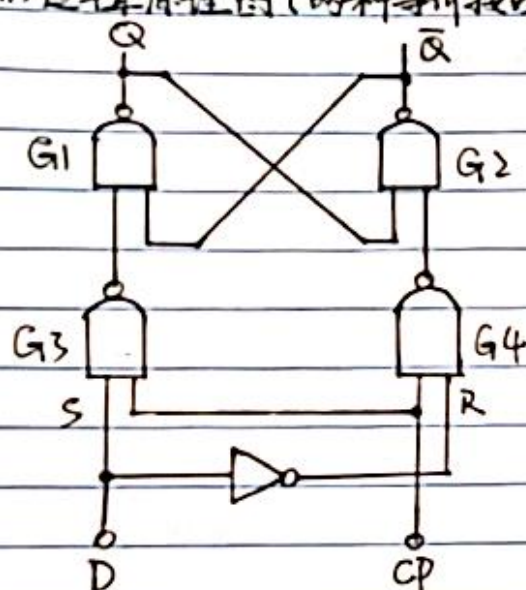
专业\_\_\_\_ 届\_\_\_\_ 班\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_ 第\_\_\_\_ 组 同组人员\_\_\_\_  
 课程名称\_\_\_\_ 实验名称\_\_\_\_ 实验日期\_\_\_\_ 年\_\_\_\_ 月\_\_\_\_ 日

(3) 逻辑功能表

CP	J	K	$Q^n$	$Q^{n+1}$	功能
0	X	X	X	$Q^n$	$Q^{n+1} = Q^n$ 保持
↓	0	0	0	0	$Q^{n+1} = Q^n$ 保持
↓	0	0	1	1	$Q^{n+1} = Q^n$ 保持
↓	0	1	0	0	$Q^{n+1} = 0$ 置0
↓	0	1	1	0	$Q^{n+1} = 0$ 置0
↓	1	0	0	1	$Q^{n+1} = 1$ 置1
↓	1	0	1	1	$Q^{n+1} = 1$ 置1
↓	1	1	0	1	$Q^{n+1} = \bar{Q}^n$ 翻转
↓	1	1	1	0	$Q^{n+1} = \bar{Q}^n$ 翻转

## 3. D触发器功能验证

(1) 逻辑原图 (两种等价接线方式)



# 同济大学实验报告纸

专业 \_\_\_\_\_ 届 \_\_\_\_\_ 班 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组 同组人员 \_\_\_\_\_

课程名称 \_\_\_\_\_ 实验名称 \_\_\_\_\_ 实验日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## (2) 逻辑功能表

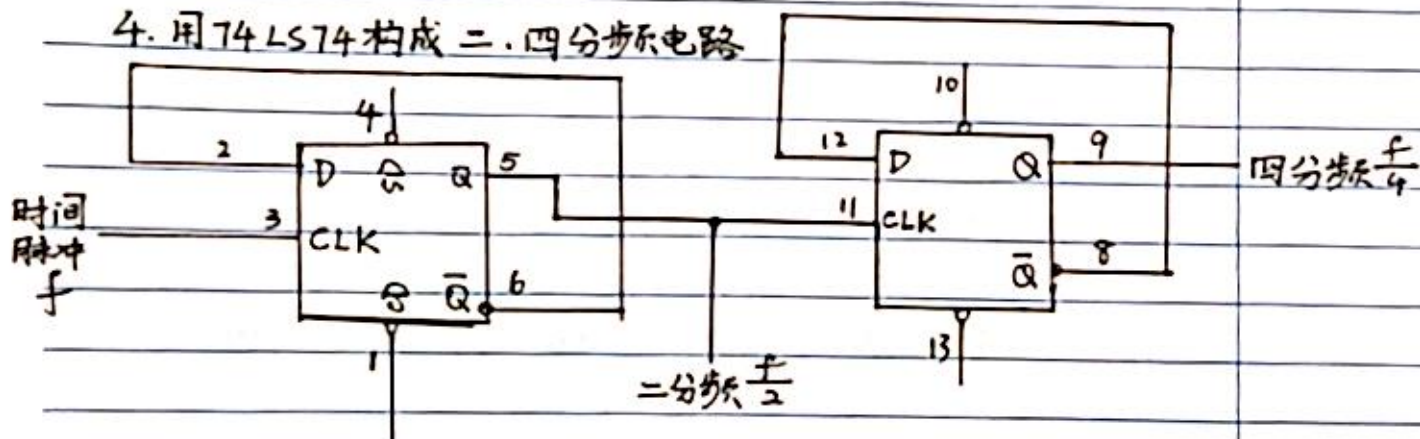
CP	D	$Q^n$	$Q^{n+1}$	功能
↑	0	0	0	清零
↑	0	1	0	
↑	1	0	1	置位
↑	1	1	1	

## (3) D触发器工作原理

当CP=0时，D触发器不工作，处于保持的状态；当CP产生上升沿时，触发器在工作状态。在上升沿到来时，D触发器的状态与输入D保持一致。

D触发器是利用触发器翻转时内部产生的反馈信号使触发器翻转后的状态 $Q^{n+1}$ 得以维持，并阻止其向下一个状态转换（即空翻）而实现克服空翻和振荡。

## 4. 用74LS74构成二、四分频电路



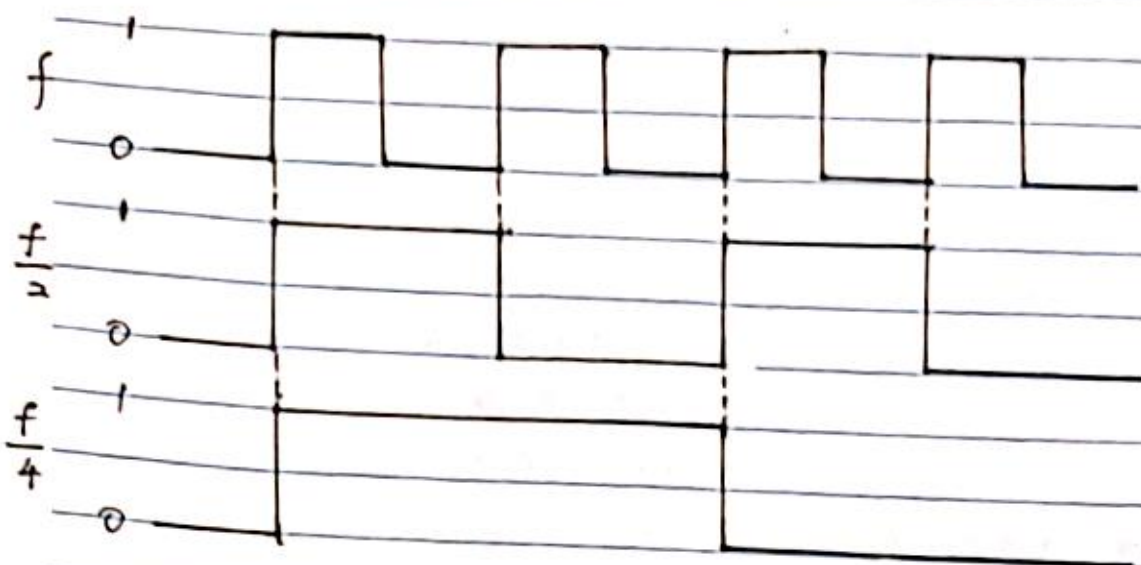
## (1) 逻辑原理图(见上)



# 同济大学实验报告纸

专业 \_\_\_\_\_ 届 \_\_\_\_\_ 班 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组 同组人员 \_\_\_\_\_  
课程名称 \_\_\_\_\_ 实验名称 \_\_\_\_\_ 实验日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## (2) 频率波形图



## (3) 工作原理:

当  $f$  为 0 时, 左侧触发器保持原态不变。因  $D$  端与  $\bar{Q}$  相连, 此时  $Q$  与  $D$  值相反。随着  $f$  从 0 转化为 1 的瞬间 (上升沿), 由触发器动作, 读取  $D$  端电位赋给  $Q$ , 即  $Q^{n+1} = D$ , 由于  $D = \bar{Q}^n$ , 则  $Q^{n+1} = \bar{Q}^n$ , 即  $Q$  反转了电位。

随后,  $f$  转化为 0, 触发器不动作,  $Q$  值不变。当  $f$  再次从 0 变为 1 时,  $Q$  才再次反转电位。 $Q$  的两次反转经历了  $f$  的两个周期, 即形成了二分频。

同理, 将  $Q$  作为下一级的  $D$ , 则下一级的  $Q$  形成四分频。

## [实验小结]

本次实验我们首次接触了不同于组合逻辑电路的时序电路, 在电路加入了时间这一变量, 使电路原理变得更加复杂, 但可以实现更多功能。

# 同济大学实验报告纸

专业 \_\_\_\_\_ 届 \_\_\_\_\_ 班 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 组 同组人员 \_\_\_\_\_

课程名称 \_\_\_\_\_ 实验名称 \_\_\_\_\_ 实验日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

基本R-S触发器是一种最简单的触发器,根据基本RS触发器的逻辑功能图,可以得出次态 $Q^{n+1}$ 与现态 $Q^n$ 、输入S及R的逻辑关系表达式:

$$\begin{cases} Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n \\ RS = 0 \end{cases}$$

J-K触发器可以由同步R-S触发器转换而成,在CP的操作下,根据输入信号J、K,具有置0、置1、翻转和保持等功能。

D触发器可以利用触发器翻转产生的反馈信号使触发器翻转后的状态 $Q^{n+1}$ 得以维持,并阻止其向下一个状态转换(即置保持)而实现对空翻转和振荡的克服。

在研究时序逻辑电路时,可以通过画出触发器的工作波形示意图来帮助理解,本实验所用的74芯片为上升沿触发,在上升沿到来时,D触发器的次态与输入D保持一致。