

浙江大学实验报告

专业：电气工程及其自动化

姓名：潘谷雨

学号：3220102382

地点：紫金港东三 406

课程名称：电路与电子技术实验 指导老师：张伟 成绩：_____

实验名称：集成触发器的应用 同组学生姓名：杨骥恺

一. 实验目的

1. 掌握集成触发器的功能测试方法。
2. 熟悉触发器的触发方式及触发特点。
3. 了解集成触发器的应用。

二. 实验仪器

实验箱电源与数字模块, 74LS74 型双 D 触发器, 74LS107 型双 J-K 触发器, 74LS00 与非门芯片, 74LS55 或非门芯片。

三. 实验内容

1. 测试 74LS74 和 74LS107 的逻辑功能。
2. $D \rightarrow T'$ 、 $JK \rightarrow T'$ 、 $D \rightarrow JK$ 的转换实验。
3. 用 JK 触发器设计一个单发脉冲发生器。

四. 实验原理

1. $D \rightarrow T'$ 、 $JK \rightarrow T'$ 、 $D \rightarrow JK$ 的转换

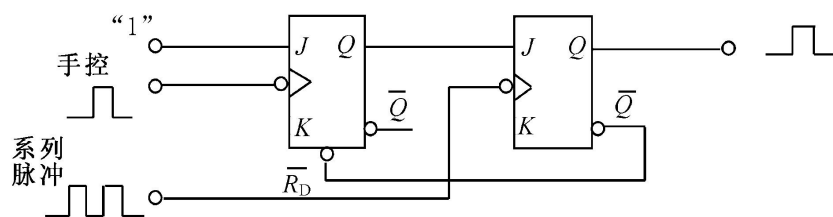
D 触发器有 $Q^{n+1} = D$ ，要满足 T' 触发器功能 $Q^{n+1} = \overline{Q^n}$ ，则有 $D = \overline{Q^n}$ 。

JK 触发器有 $Q_{n+1} = J\overline{Q_n} + \overline{K}Q_n$ ，要满足 T' 触发器功能 $Q^{n+1} = \overline{Q^n}$ ，则有 $J = K = "1"$ 。

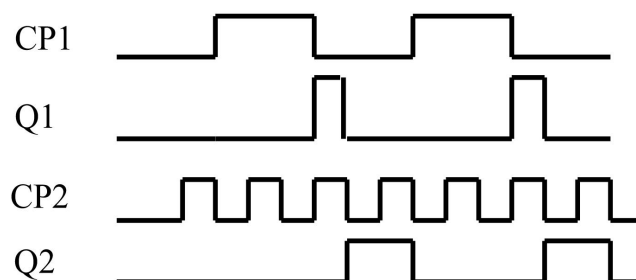
D 触发器有 $Q^{n+1} = D$ ，要满足 JK 触发器功能 $Q_{n+1} = J\overline{Q_n} + \overline{K}Q_n$ ，则有 $D = J\overline{Q_n} + \overline{K}Q_n$ 。

2. 单发脉冲发生器

电路示意图如下图所示。K 均接高电平。



Q1、Q2 初态为 0（若为 1，则 FF1 被复位），若加入手控脉冲（下降沿），则 Q1=1；当下一个 CP 脉冲来时，则 Q2=1；此时 Q2=0，FF1 被复位，Q1=0；再来一个 CP 脉冲，Q2 回到 0。波形如下图所示。



实验名称：集成触发器的应用 姓名：潘谷雨 学号：3220102382

五. 实验步骤及结果

1.D→T'、JK→T'、D→JK 的转换

1.1D→T'的转换

1.1.1 仿真测试

(1) 搭建电路

如图 1.1 搭建电路， $D=\overline{Q_n}$ 。

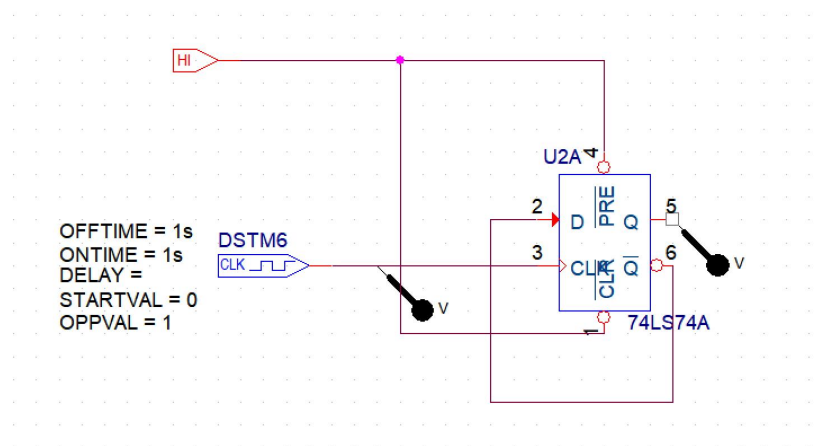
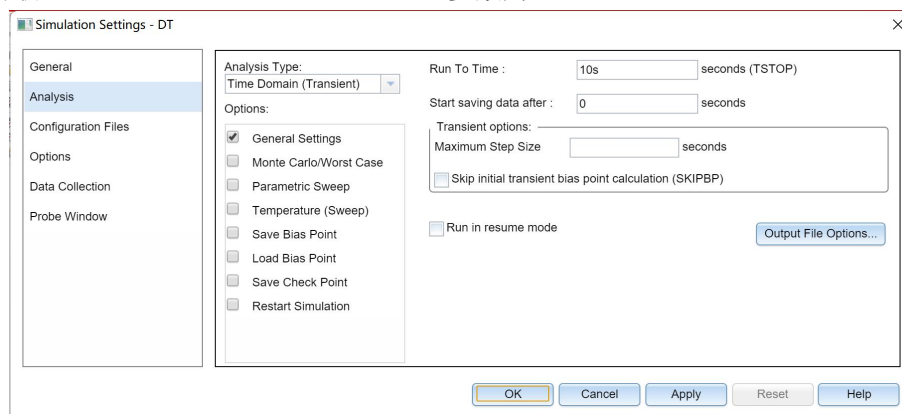


图 1.1 D→T' 转换电路图

(2) 瞬态分析设置

设置瞬态分析（Time Domain (Transient)），参数为 Run To Time = 10s。



(3) 运行仿真分析程序

(4) 查看仿真结果

在 Probe 程序中显示输入时钟信号与输出 Q 的波形，结果如图 1.2 所示。

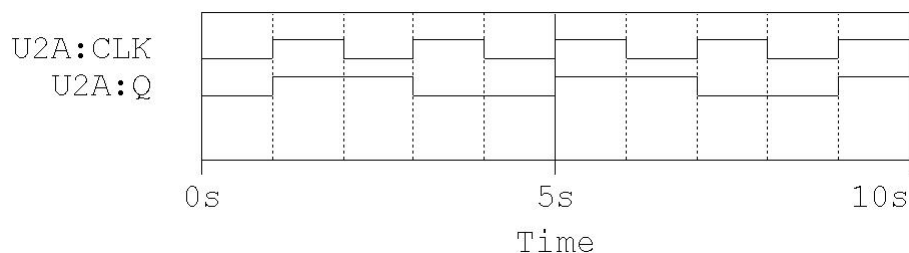


图 1.2 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图

时钟信号输入周期 2s 方波，D 触发器上升沿触发，输出周期 4s 方波，频率为时钟信号的一半，满足 T' 触发器功能。

1.1.2 硬件测试

(1) 搭建电路

如图 1.1 搭建电路，D 触发器的 14 脚 Vcc 接 5V 高电平，7 脚接地。

(2) 显示结果

时钟信号接 1024Hz 方波，接通电源，示波器 CH1 测量时钟信号，CH2 测量输出 Q，显示波形如图 1.3 所示。

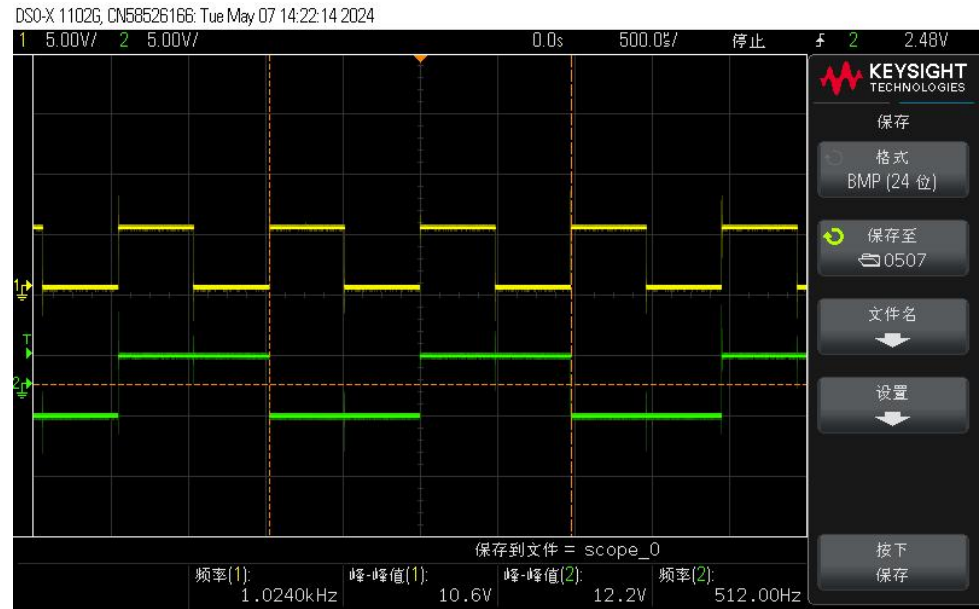


图 1.3 输入时钟信号与输出 Q 波形图

时钟信号输入 1.0240kHz 方波，D 触发器上升沿触发，输出 512.00Hz 方波，频率为时钟信号的一半，满足 T'触发器功能。

1.2 JK→T'的转换

1.2.1 仿真测试

(1) 搭建电路

如图 1.4 搭建电路， $J = K = "1"$ 。

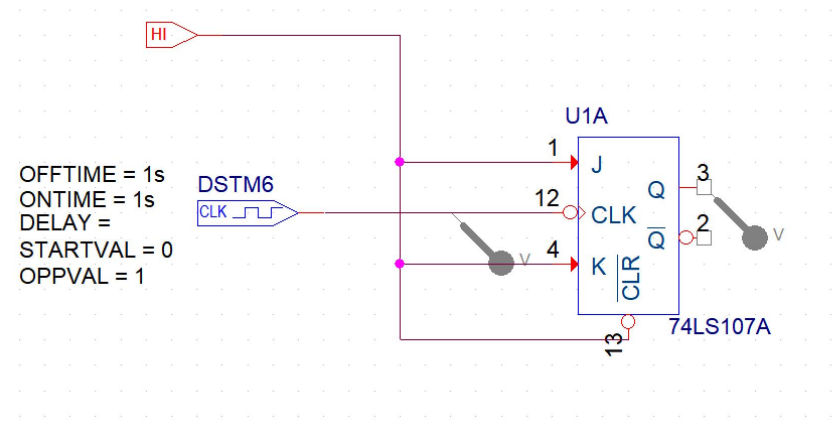
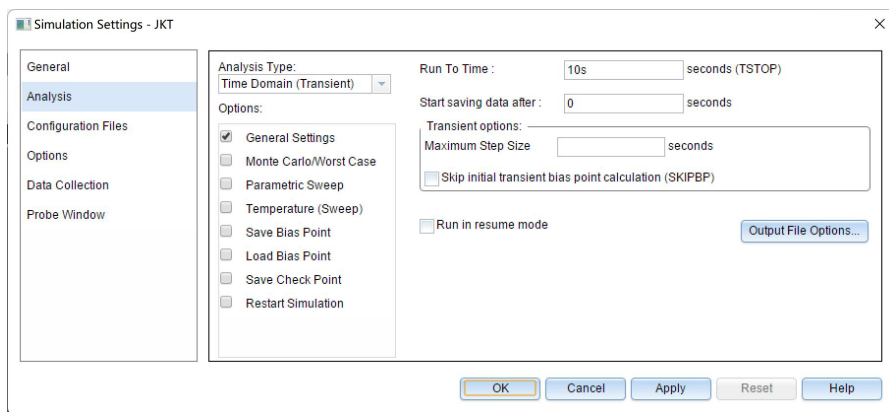


图 1.4 JK→T' 转换电路图

(2) 瞬态分析设置

设置瞬态分析（Time Domain（Transient）），参数为 Run To Time = 10s。



(3) 运行仿真分析程序

(4) 查看仿真结果

在 Probe 程序中显示输入时钟信号与输出 Q 的波形，结果如图 1.5 所示。

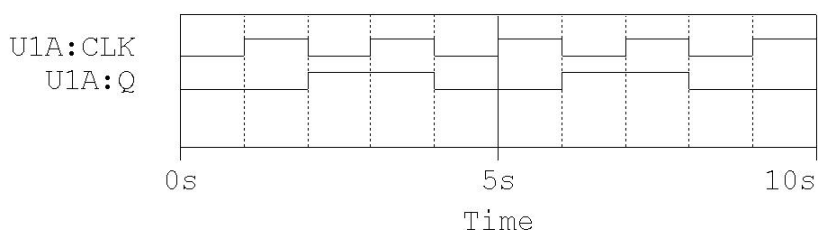


图 1.5 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图

时钟信号输入周期 2s 方波，JK 触发器下降沿触发，输出周期 4s 方波，频率为时钟信号的一半。

1.2.2 硬件测试

(1) 搭建电路

如图 1.4 搭建电路，JK 触发器的 14 脚 Vcc 接 5V 高电平，7 脚接地。

(2) 显示结果

时钟信号接 1024Hz 方波，接通电源，示波器 CH1 测量时钟信号，CH2 测量输出 Q，显示波形如图 1.6 所示。

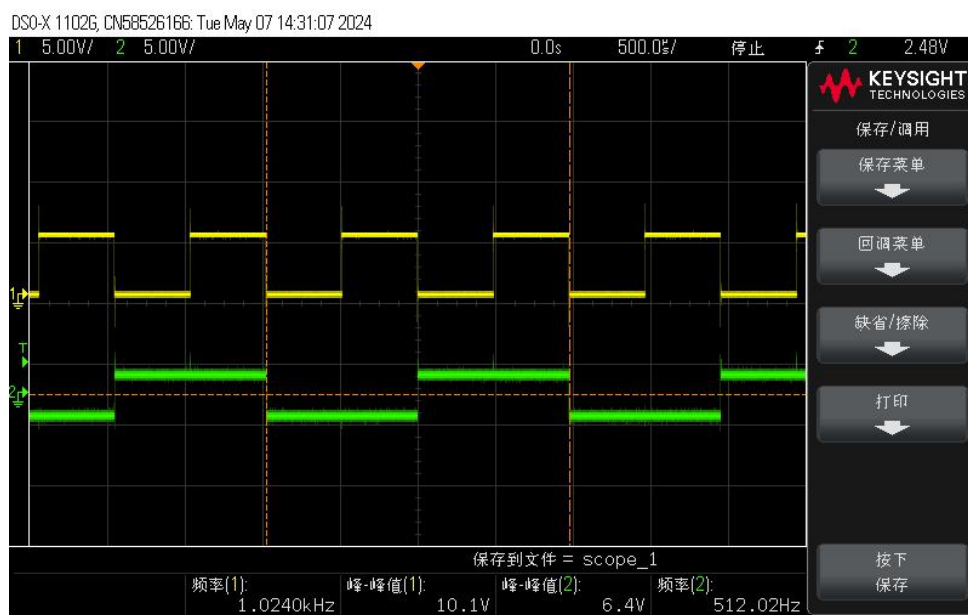


图 1.6 输入时钟信号与输出 Q 波形图

实验名称： 集成触发器的应用 姓名： 潘谷雨 学号： 3220102382

时钟信号输入 1.0240kHz 方波，JK 触发器下降沿触发，输出 512.02Hz 方波，频率为时钟信号的一半，满足 T'触发器功能。

1.3 D→JK 的转换

1.3.1 仿真测试

(1) 搭建电路

如图 1.7 搭建电路， $D = J\bar{Q}_n + \bar{K}Q_n$ 。

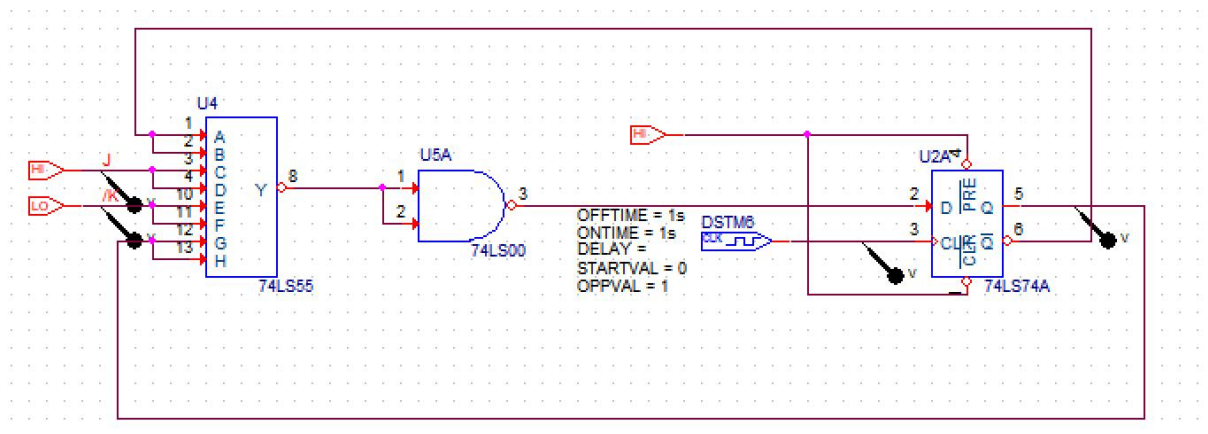
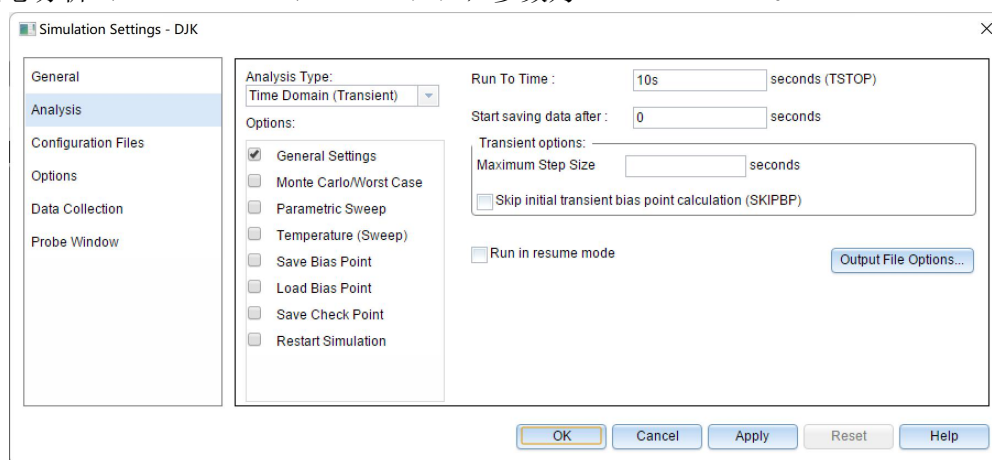


图 1.7 D→JK 转换电路图

(2) 瞬态分析设置

设置瞬态分析（Time Domain (Transient)），参数为 Run To Time = 10s。



(3) 运行仿真分析程序

(4) 查看仿真结果

在 Probe 程序中显示输入时钟信号与输出 Q 的波形。

- ① J=1, K=1 (/K=0)，结果如图 1.8 所示。
- ② J=1, K=0 (/K=1)，结果如图 1.9 所示。
- ③ J=0, K=1 (/K=0)，结果如图 1.10 所示。
- ④ J=0, K=0 (/K=1)，结果如图 1.11 所示。

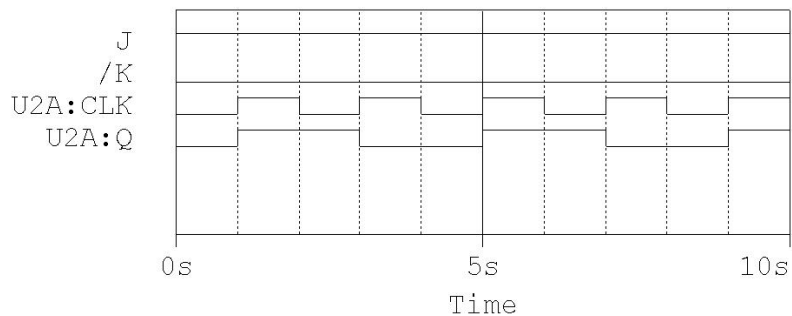


图 1.8 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图 (J=1, K=1)

J=1, K=1, 时钟信号输入周期 2s 方波, D 触发器上升沿触发, 输出周期 4s 方波, 频率为时钟信号的一半。

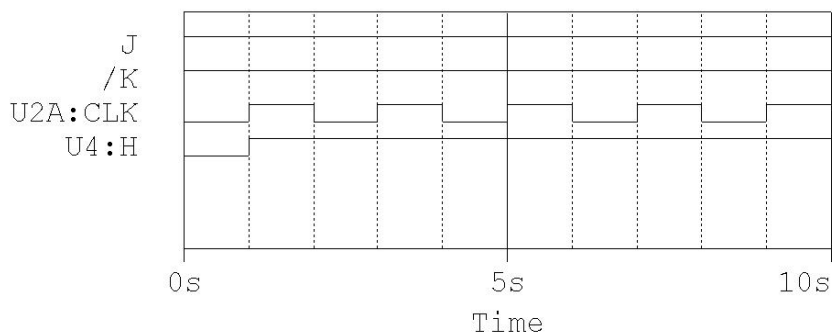


图 1.9 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图 (J=1, K=0)

J=1, K=0, 时钟信号输入周期 2s 方波, D 触发器上升沿触发, 输出高电平。

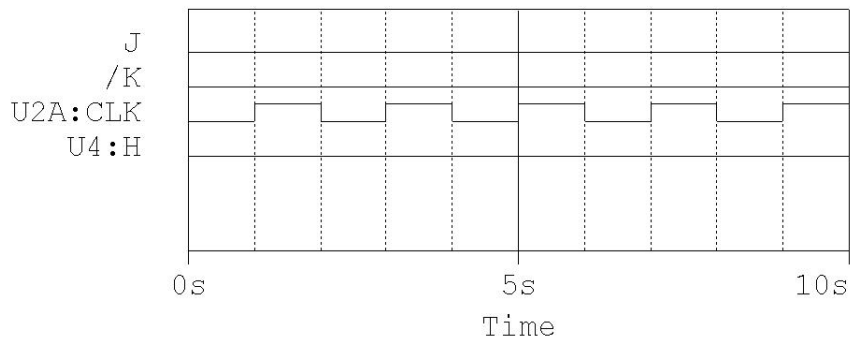


图 1.10 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图 (J=0, K=1)

J=0, K=1, 时钟信号输入周期 2s 方波, D 触发器输出低电平。

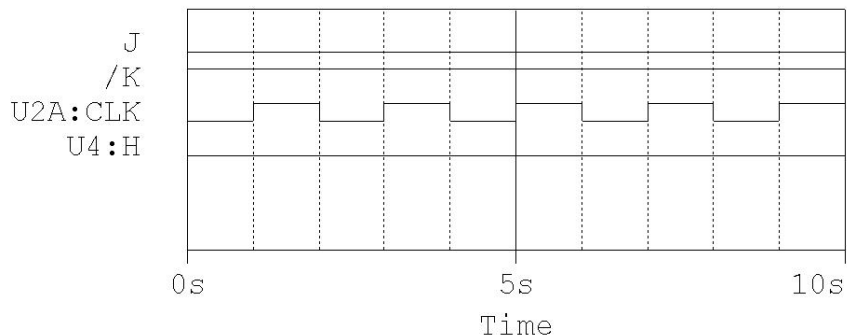


图 1.11 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图 (J=0, K=0)

J=0, K=0, 时钟信号输入周期 2s 方波, D 触发器保持, 输出低电平。

1.3.2 硬件测试

(1) 搭建电路

如图 1.7 搭建电路，D 触发器的 14 脚 Vcc 接 5V 高电平，7 脚接地。

(2) 显示结果

时钟信号接 1024Hz 方波，触摸开关 Y11 表示 J，Y12 表示 /K，L14 接输出 Q。接通电源，示波器 CH1 测量时钟信号，CH2 测量输出 Q。

① J=1，K=1（/K=0），显示波形如图 1.12 所示。

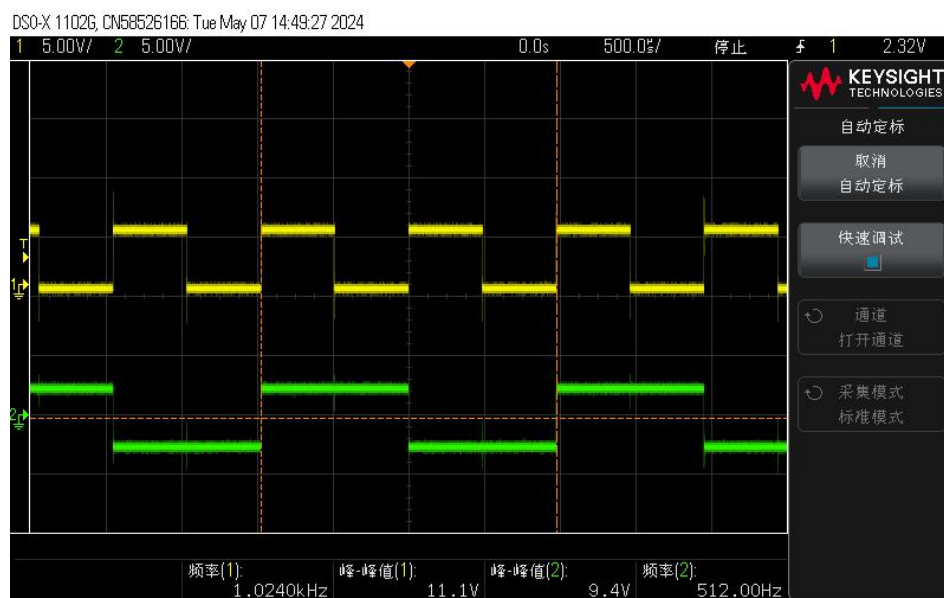


图 1.12 输入时钟信号与输出 Q 波形图（J=1，/K=0）

J=1，K=1，时钟信号输入 $f=1.0240\text{kHz}$ 方波，D 触发器上升沿触发，输出 $f=512.00\text{Hz}$ 方波，频率为时钟信号的一半。

② J=1，K=0（/K=1），结果如图 1.13 所示。

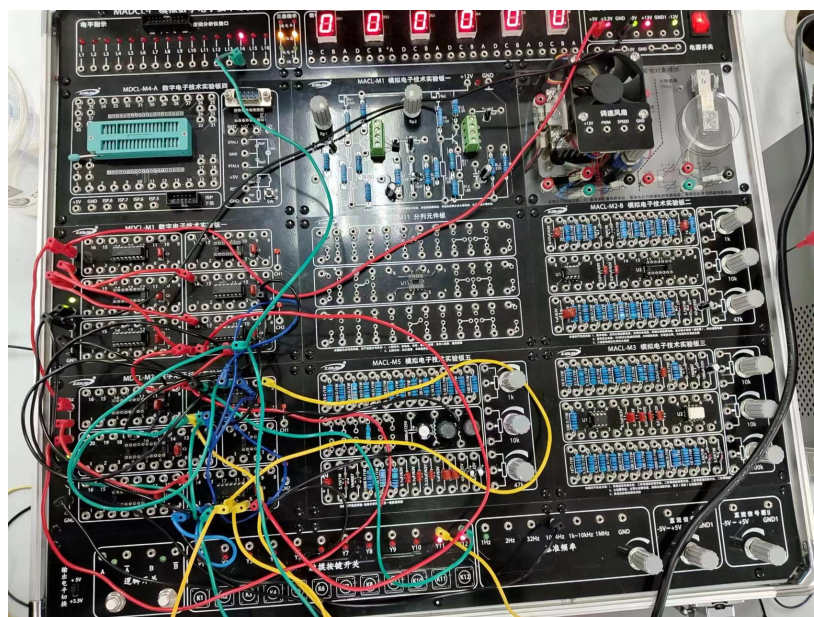


图 1.13 输入时钟信号与输出 Q 波形图（J=1，/K=1）

J=1，K=0，时钟信号输入 $f=1024\text{Hz}$ 方波，D 触发器输出高电平。

③ $J=0$, $K=1$ ($/K=0$)，结果如图 1.14 所示。

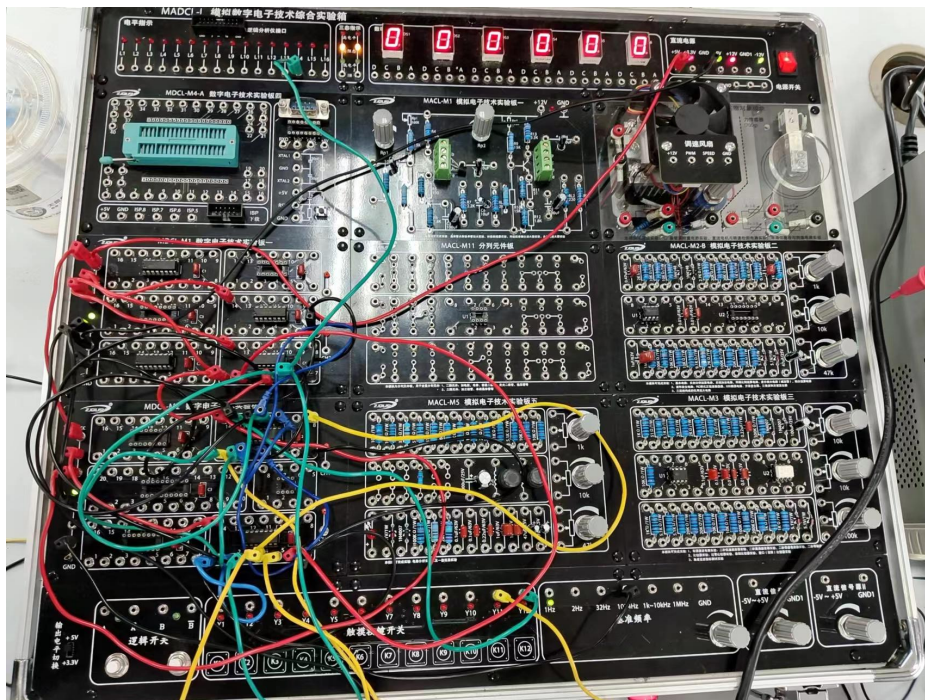


图 1.14 输入时钟信号与输出 Q 波形图 ($J=0$, $/K=0$)

$J=0$, $K=1$, 时钟信号输入 $f=1024\text{Hz}$ 方波, D 触发器输出低电平。

④ $J=0$, $K=0$ ($/K=1$)，结果如图 1.15 所示。

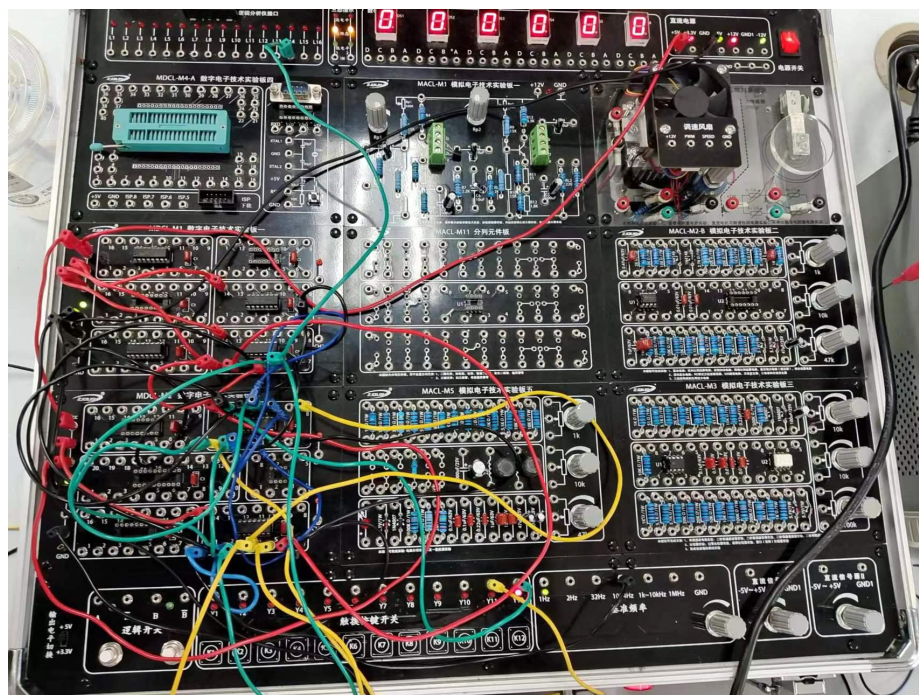


图 1.15 输入时钟信号与输出 Q 仿真波形图 ($J=0$, $/K=1$)

$J=0$, $K=0$, 时钟信号输入 $f=1024\text{Hz}$ 方波, D 触发器保持, 输出低电平。

该 D 触发器在 J、K 的四种状态下均满足 JK 触发器功能。

2.单发脉冲发生器

2.1 仿真测试

(1) 搭建电路

如图 2.1 搭建电路。

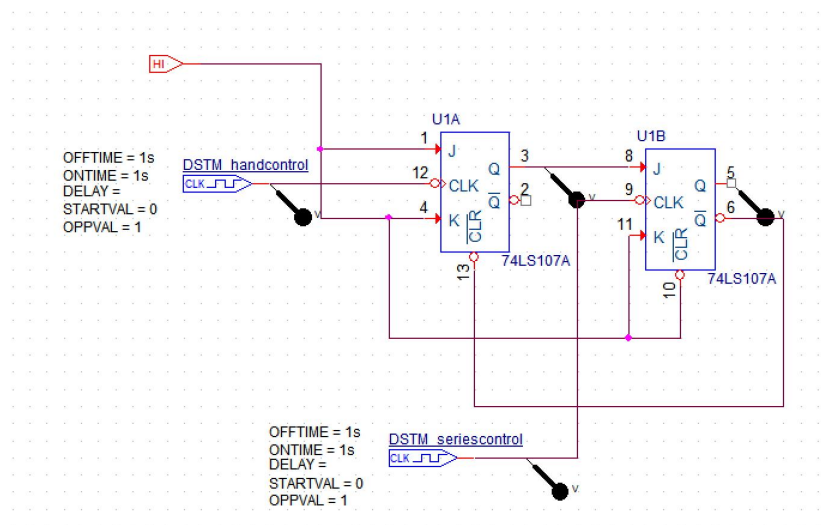
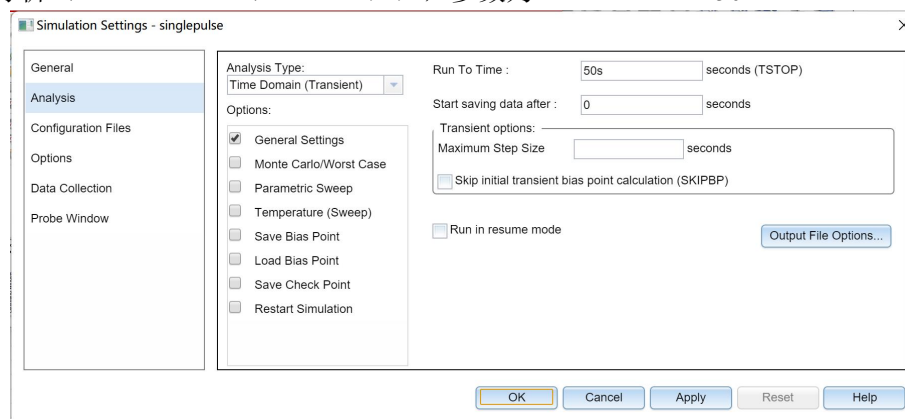


图 2.1 单发脉冲发生器电路图

(2) 瞬态分析设置

设置瞬态分析（Time Domain (Transient)），参数为 Run To Time = 50s。



(3) 运行仿真分析程序

(4) 查看仿真结果

在 Probe 程序中显示输入输入时钟信号 CP1、CP2 与输出 Q1、Q2 的波形，结果如图 2.2 所示。

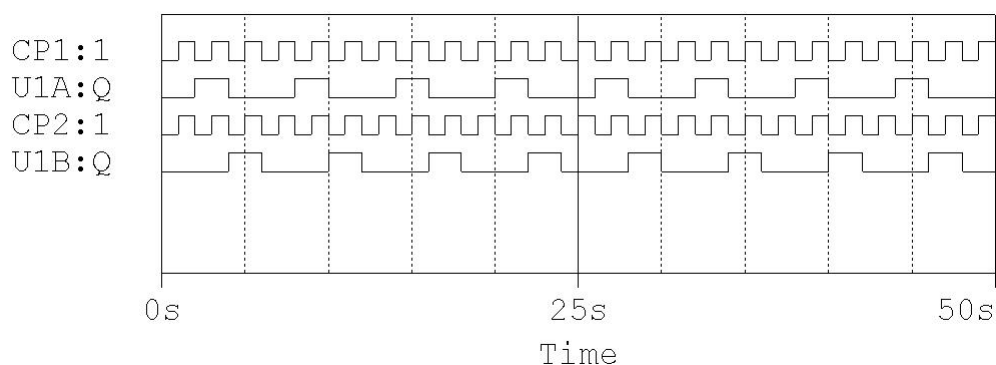


图 2.2 输入时钟信号 CP1、CP2 与输出 Q1、Q2 仿真波形图

系列脉冲与手控脉冲均输入周期 2s 方波，Q1 与 Q2 输出方波占空比均为三分之一，Q2 滞后 Q1 相位 120° 。

2.2 硬件测试

(1) 搭建电路

如图 2.1 搭建电路，JK 触发器的 14 脚 V_{cc} 接 5V 高电平，7 脚接地。

(2) 静态测试

系列脉冲接 1 秒信号，Q2 接发光二极管 L14，进行静态测试。

(3) 使用逻辑开关

手控脉冲接逻辑开关 Y11，系列脉冲接 1024Hz 信号，Q2 接发光二极管 L14，示波器 CH1 测量系列脉冲 CP2，CH2 测量输出信号 Q2，波形如图 2.3 所示。

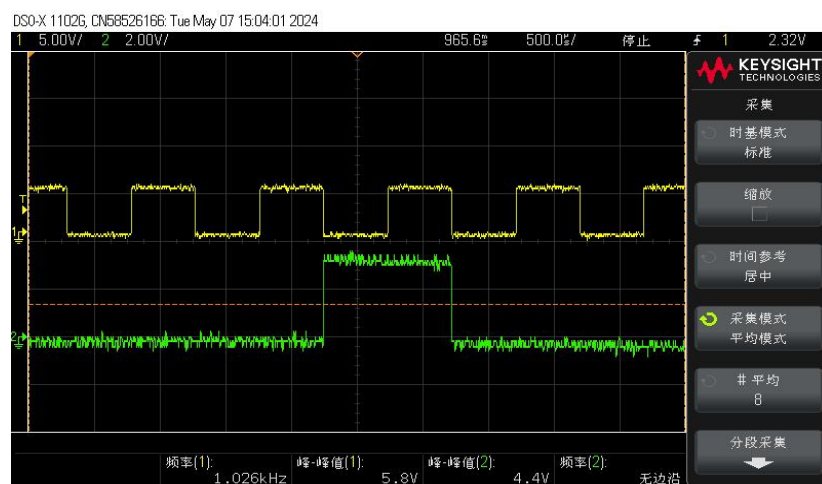


图 2.3 输入系列脉冲与输出 Q2 波形图

按下逻辑开关后，LED 灯迅速闪烁一下，其后保持不亮状态。从波形图中可见 JK 触发器下降沿触发，Q2 输出单脉冲。

(4) 均使用 1024Hz 信号

手控脉冲和系列脉冲接同一信号，频率 $f=1024\text{Hz}$ ，示波器 CH1 测量系列脉冲 CP2，CH2 测量输出信号 Q1，波形如图 2.4 所示。示波器 CH1 测量系列脉冲 CP2，CH2 测量输出信号 Q2，波形如图 2.5 所示。

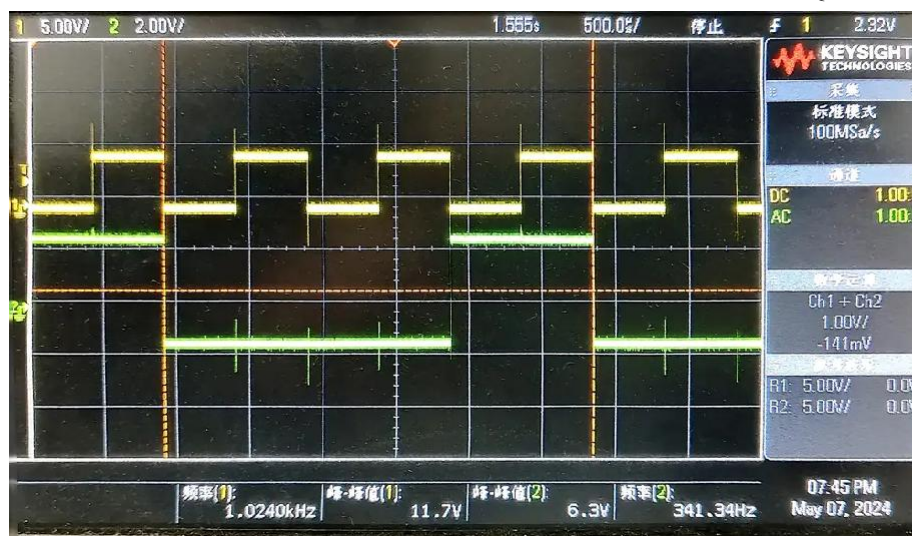


图 2.4 输入系列脉冲与输出 Q1 波形图

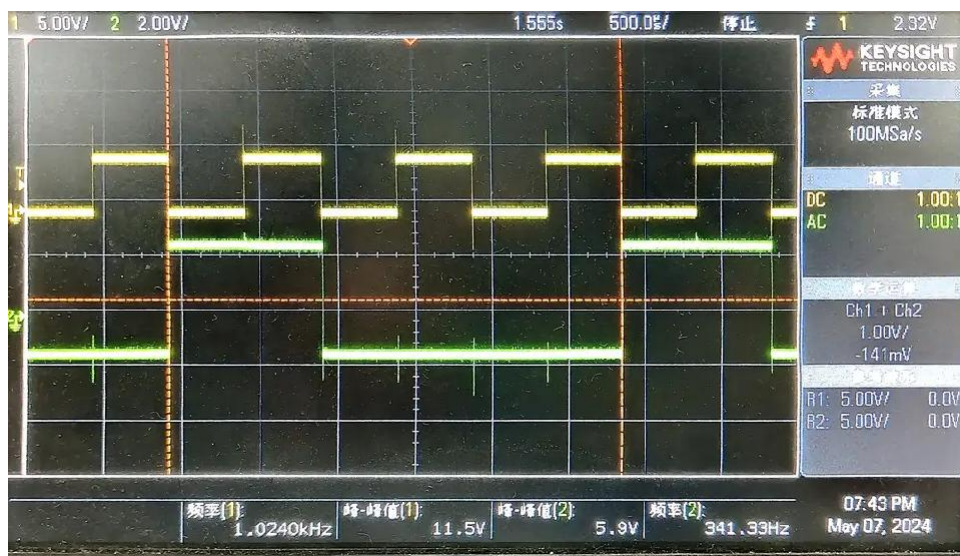


图 2.5 输入系列脉冲与输出 Q2 波形图

系列脉冲与手控脉冲均信号输入 $f=1.0240\text{kHz}$ 方波，Q1 与 Q2 输出方波占空比均为三分之一，Q2 滞后 Q1 相位 120° 。

分析：

Q1、Q2 初值为 0，JK1 遇到脉冲的第一个下降沿 Q1 翻转为 1，使得 JK2 中 $J=1$ ，此时 $Q2=0$ 。

JK2 遇到脉冲的第二个下降沿 Q2 翻转为 1， $/Q2=0$ ，使得 JK1 中 $/RD=0$ ，Q1 强制置 0，JK2 中 $J=0$ 。

在脉冲的第三个下降沿，Q2 置 0， $/Q2=1$ ，JK1 中 $/RD=1$ ，JK1 解除强制置 0，此时 $Q1=Q2=0$ ，等待下一个脉冲的下降沿，形成循环。

综上所述，Q1 仅在脉冲第一个周期内为高电平，Q2 仅在脉冲第二个周期内为高电平，则有结果 Q1 与 Q2 输出方波占空比均为三分之一，Q2 滞后 Q1 相位 120° 。

实验调试过程：

注意细节处理，在输出不接示波器时 LED 灯正常闪烁，接上后输出波形不理想，LED 灯常亮，这是因为实验箱上 1Hz、1kHz 信号驱动能力有限，需要在 1kHz 信号后接非门增强驱动能力。

单脉冲发生器的 JK2 中 $/RD$ 未接，导致波形占空比与相位均不符合要求，接上高电平，结果恢复正常。

实验体会和收获：

搭建电路需要注意细节，遇到不符合预期的情况，我学会了通过排查错误有效地调试电路；将课本上的理论知识应用到实际电路中，我不仅巩固了理论学习，还体验到了理论知识转化为实际应用的乐趣和挑战。