

电子科技大学

《数字系统实验 2》报告

设计题目：十字路口交通灯控制电路

学生姓名：杨竣然 学号：2018051403004

一、设计任务

设计并实现一个简单的十字路口交通灯控制电路。具体要求：以 4 个红色指示灯、4 个绿色指示灯和 4 个黄色指示灯模拟路口东西南北 4 个方向的红绿黄交通灯。控制这些灯，使它们按下列规律亮灭。

- 1、东西方向绿灯亮，南北方向红灯亮。东西方向通车，时间 30 秒；
- 2、东西方向黄灯闪烁，南北方向红灯亮，时间 2 秒。
- 3、东西方向红灯亮，南北方向绿灯亮。南北方向通车，时间 30 秒；
- 4、东西方向红灯亮，南北方向黄灯闪烁，时间 2 秒。
- 5、返回 1，继续运行。

二、设计方案

通过分析设计任务发现该交通灯运行过程是周期的。一个周期的持续时间为 64 秒。由此，可以设计一个 64 进制的计数器和相应的组合控制电路来控制信号灯的状态。通过设计合适的时钟源使得计数器每秒加 1。交通灯控制电路的系统框图如图 1 所示。

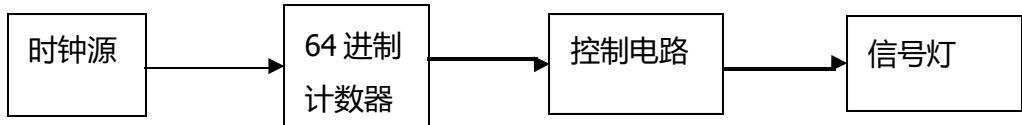


图 1 交通灯控制电路系统框图

三、电路原理

1、时钟源

通过之前的分析可知，时钟源需要提供 1Hz 信号使 64 进制计数器每秒加1。时钟源电路使用 555 定时器构成多谐振荡器来提供原始高频率时钟信号。然后通过时钟源内部的计数器，由计数器对高频率时钟信号进行分频得到 1Hz 的时钟信号。

本实验使用 555 定时器构成多谐振荡器产生 50Hz、占空比为 50%的时钟信号。通过 25 进制计数器和 D 触发器后完成 50 分频得到 1Hz 的时钟信号。25 进制计数器使用两个 5 进制计数器级联来构成。采用 74LS90（异步 2-5-10 进制加法计数器）来构成 5 进制计数器，如图 2 所示。

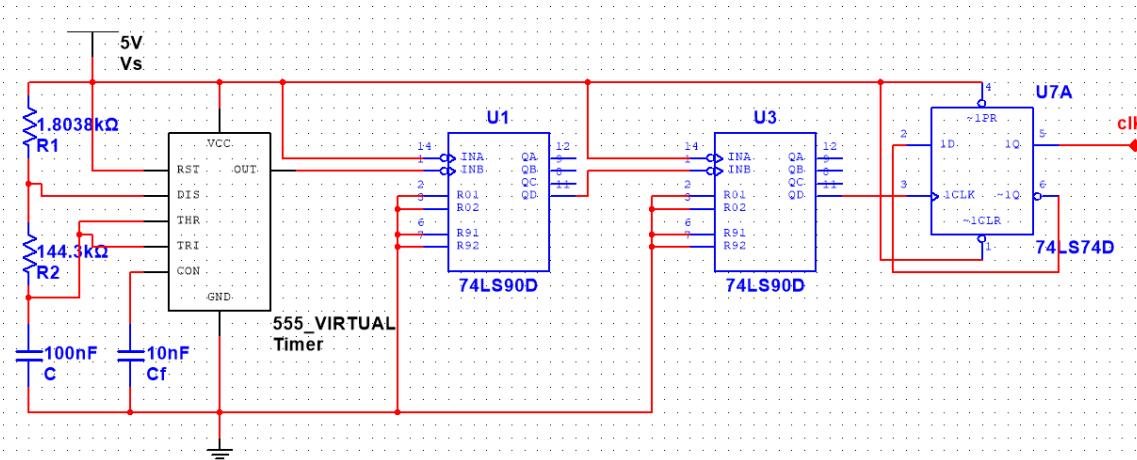


图 2 时钟源电路图

2、64 进制计数器

本实验采用 74LS90（2-5-10 进制加法计数器）和 74LS161（四位二进制计数器）构成 64 进制计数器。两片 74LS90 分别产生计数输出的最低位Q0 和最高位Q5，74LS161 产生中间四位 Q4Q3Q2Q1。使两片 74LS90 工作在二进制计数模式，并于 74LS161 级联。第一片 74LS90 的最低位QA 作为输出的最低位Q0，并接入 74LS161 的时钟端，74LS161 的输出QAQBQCQD 作为输出的中间四位 Q1Q2Q3Q4，并将进位输出接入第二片 74LS90 的时钟端INA，最低位 QA 作为输出的最高位Q5。

设计的 64 进制计数器如图 3 所示。

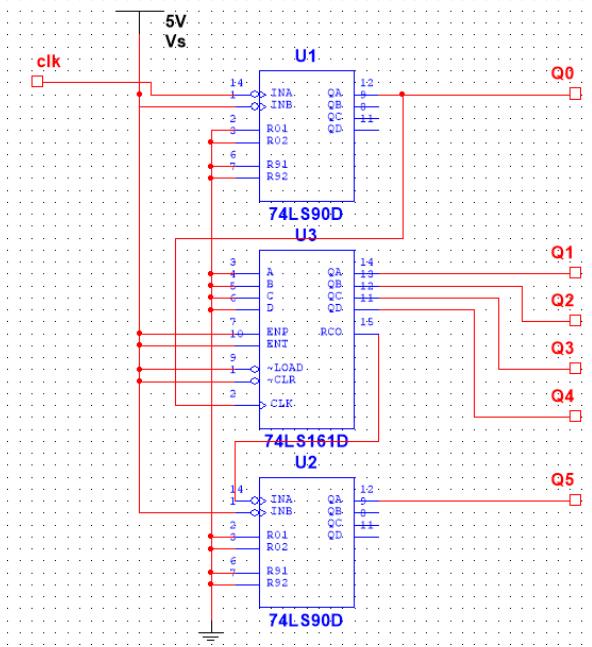


图 3 64 进制计数器电路图

3、控制电路

设计数器的输出为 $Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1Q_0$ ，则 64 进制计数器在一个周期内的计数值为 $000000 \sim 111111$ 。在 $30s \sim 32s$ 和 $62s \sim 64s$ 时计数器 $Q_4Q_3Q_2Q_1=1111$ ，而 $30s \sim 32s$ 和 $62s \sim 64s$ 为黄灯工作时间，因此中间四位 $Q_4Q_3Q_2Q_1$ 可以用来控制黄灯工作。计数器在前 32 个周期时 $Q_5=0$ ，后 32 个周期内 $Q_5=1$ ，所以 Q_5 可以用来控制红灯和绿灯的工作状态。

控制电路真值表如表 1 所示。

输入			输出 (南北方向)			输出 (东西方向)		
Q5	Q4Q3Q2Q1	Q0	黄灯Y1	红灯R1	绿灯G1	黄灯Y2	红灯R2	绿灯G2
0	不全为 1	X	0	1	0	0	0	1
	1111		0	1	0	1	0	0
1	不全为 1	X	0	0	1	0	1	0
	1111		1	0	0	0	1	0

表 1 控制电路真值表

南北方向黄灯亮 $Y_1=Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1$ ，红灯亮 $R_1=Q_5'$ ，绿灯亮 $G_1=Q_5-Q_5Q_4Q_3Q_2Q_1$ 。

东西方向黄灯亮 $Y_2=Q_5'$ $Q_4Q_3Q_2Q_1$ ，红灯亮 $R_2=Q_5$ ，绿灯亮 $G_2=Q_5'-Q_5$ $Q_4Q_3Q_2Q_1$ 。

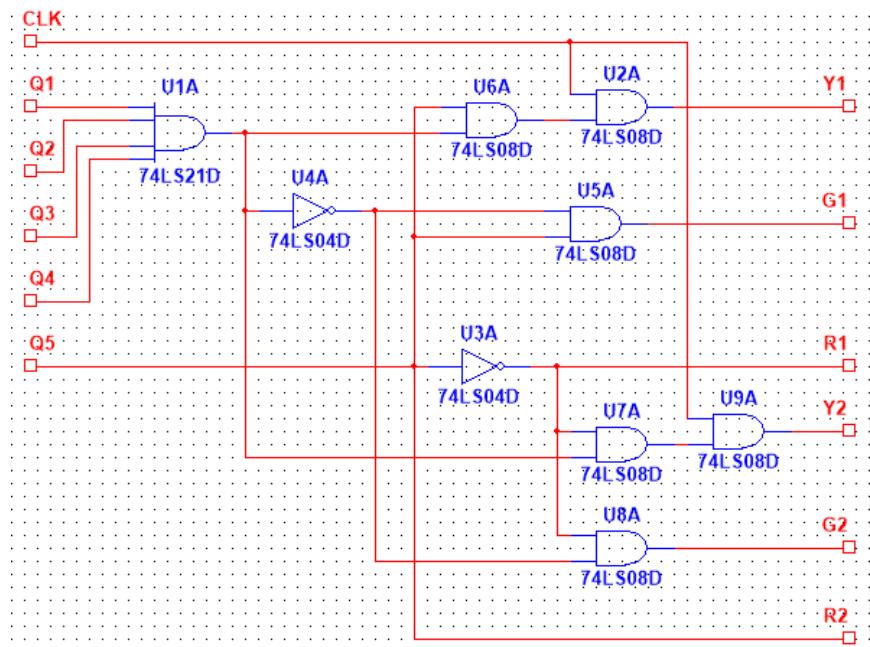


图 4 控制电路示意图

控制电路示意图如图 4 所示。使用时钟信号与黄灯亮信号相与作为 Y_1 、 Y_2 信号来使黄灯闪烁。

4、总电路

总电路连接如图 5 所示。

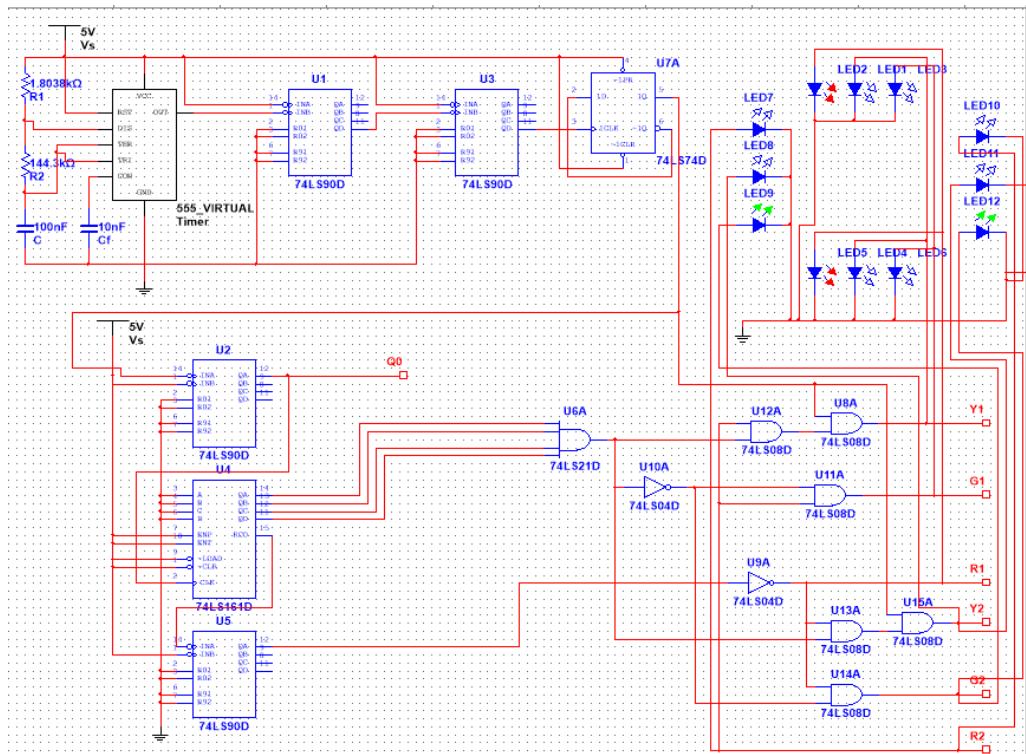


图 5 总电路示意图

四、电路仿真和结果

1、时钟源

用示波器测量时钟源输出时钟信号，如图 6 所示。仿真结果如图 7 所示。

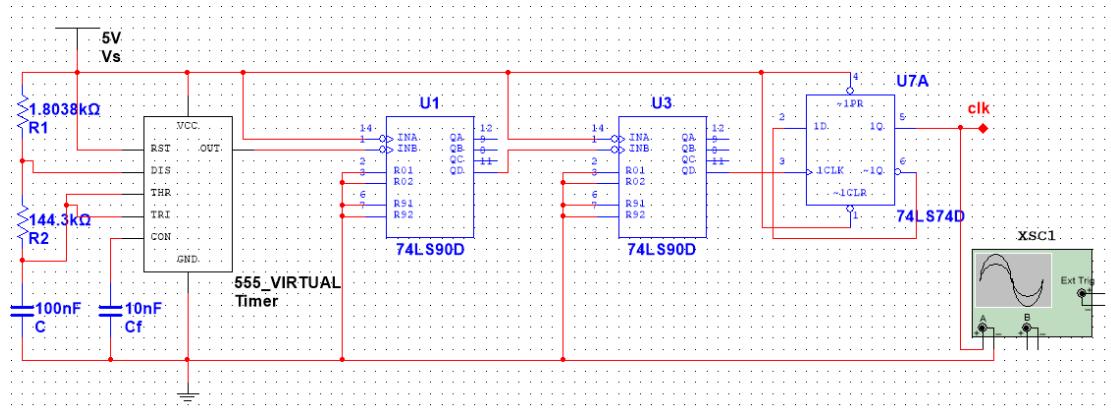


图 6 时钟源测试电路示意图

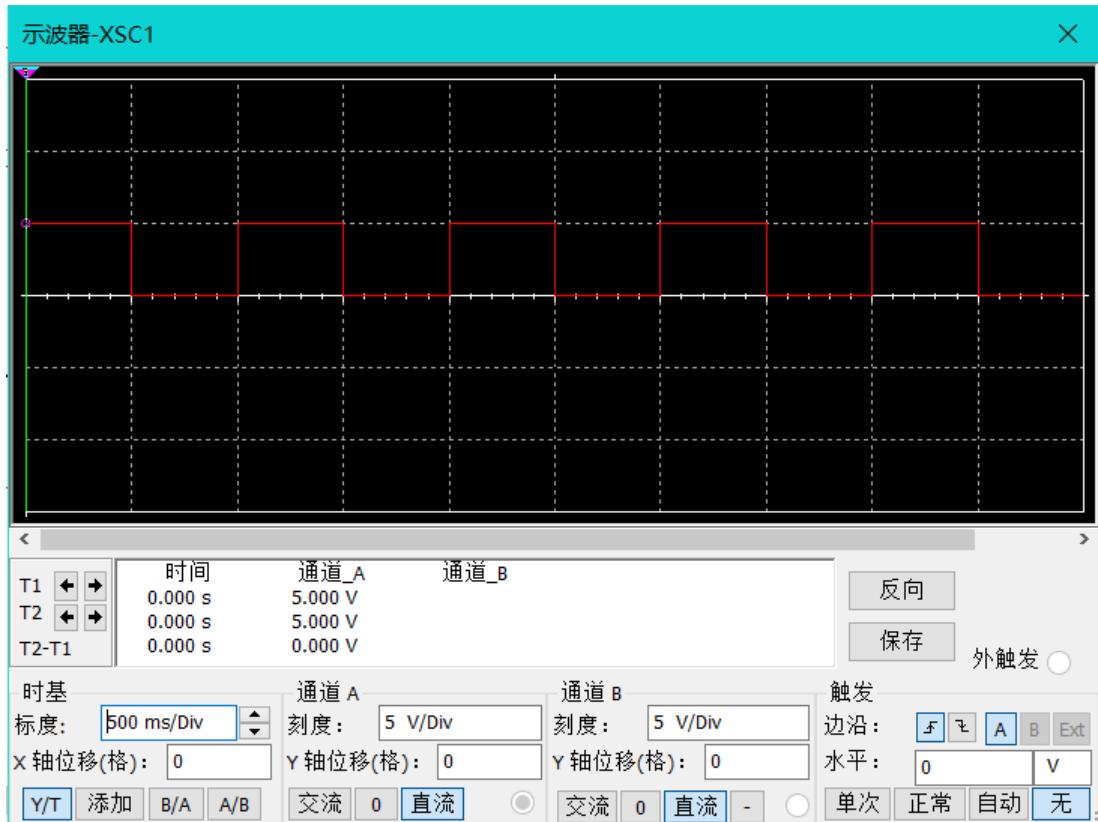


图 7 时钟源输出信号仿真结果图

2、64 进制计数器

64 进制计数器测试电路如图 8 所示。示波器 XSC1 的 A 通道连接 1Hz 时钟信号，B 通道连接 Q0，C 通道连接 Q1，D 通道连接 Q2；示波器 XSC1 的 A 通道连接 Q2，B 通道连接 Q3，C 通道连接 Q4，D 通道连接 Q5。仿真结果如图 9、图 10 所示。

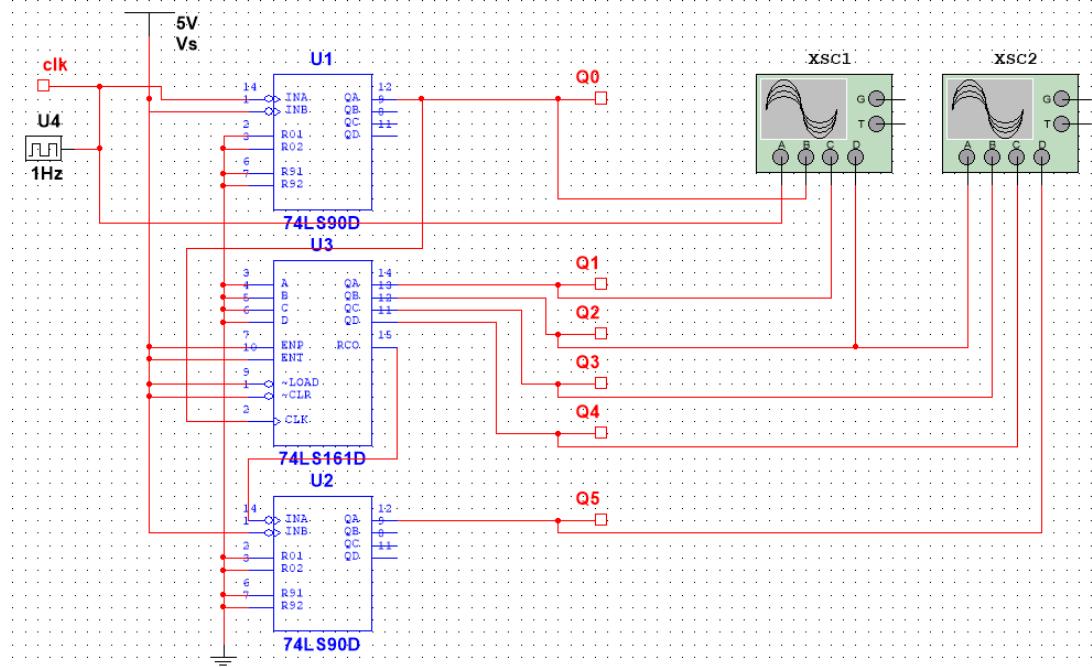


图 8 64 进制计数器测试电路示意图

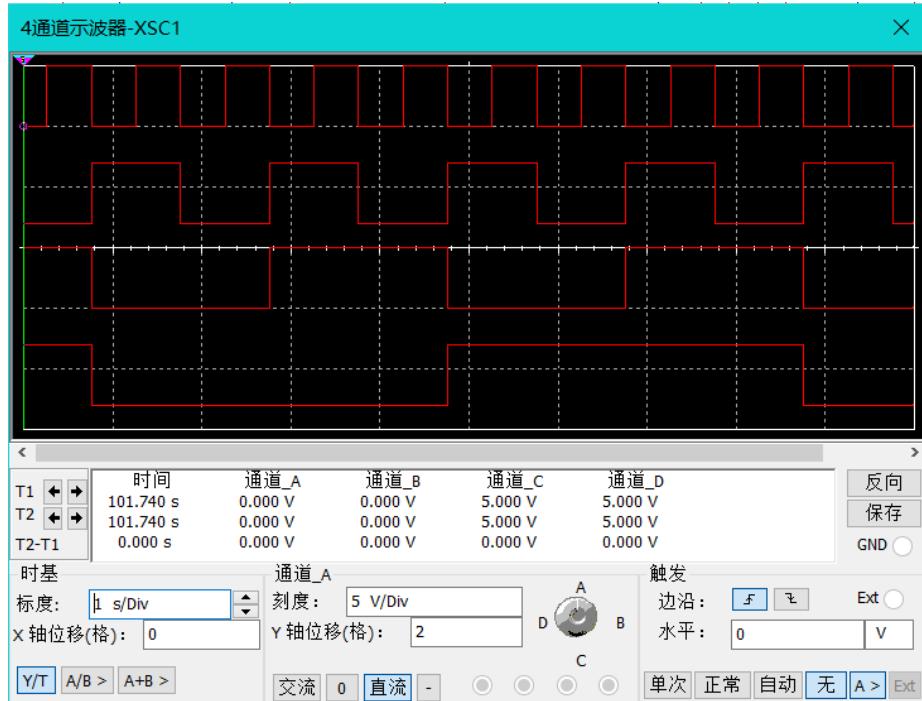


图 9 64 进制计数器仿真结果图一

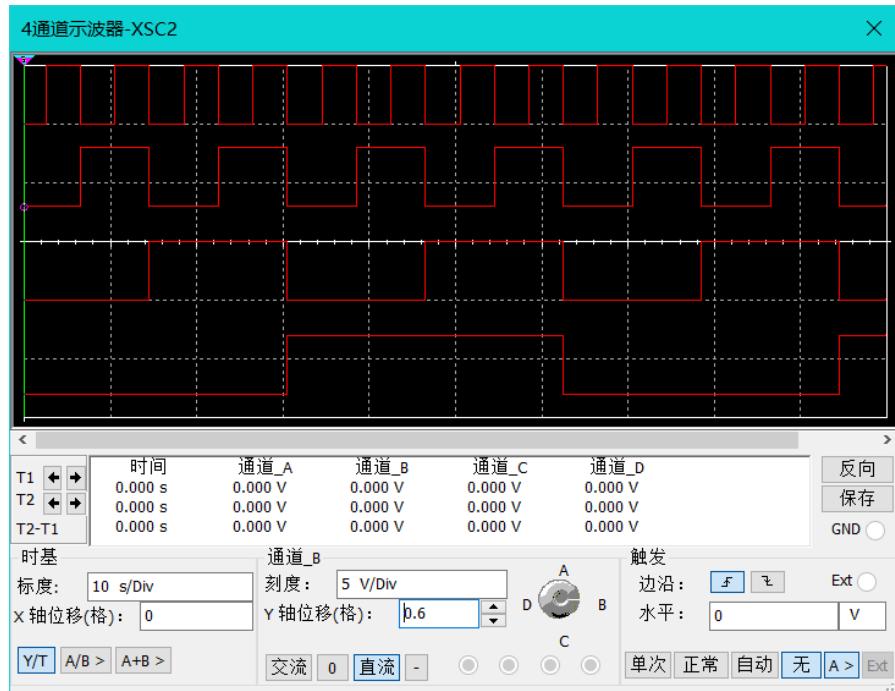


图 10 64 进制计数器仿真结果图二

3、控制电路

使用逻辑变换器测试控制电路输出。测试Y1 输出的测试电路示意图如图 11 所示。测试结果如图 12、图 13、图 14 所示。

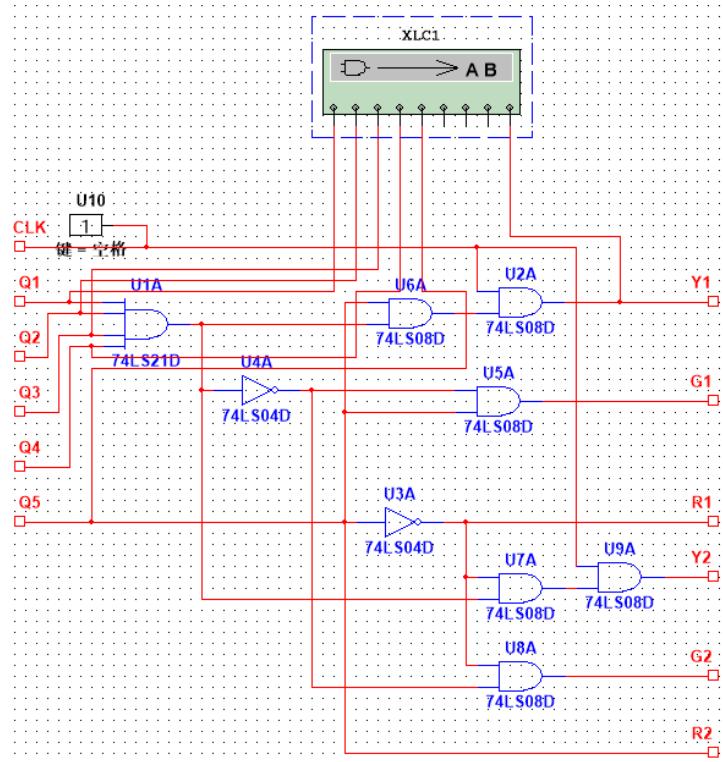


图 11 控制电路测试示意图

逻辑变换器-XLC1								出	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	0	1	0	0	0	1
002	0	0	0	1	0	0	0	0	1
003	0	0	0	1	1	0	0	0	0
004	0	0	1	0	0	0	0	0	0
005	0	0	1	0	0	1	0	0	0
006	0	0	1	1	0	0	0	0	0
007	0	0	1	1	1	0	0	0	0
008	0	0	1	0	0	0	0	0	0
009	0	0	1	0	0	1	0	0	0
010	0	1	0	0	1	0	0	0	0
011	0	1	0	1	1	0	0	0	0
012	0	1	1	0	0	0	0	0	0
013	0	1	1	0	0	1	0	0	0
014	0	1	1	1	0	0	0	0	0
015	0	1	1	1	1	0	0	0	0
016	1	0	0	0	0	0	0	0	0
017	1	0	0	0	0	1	0	0	0
018	1	0	0	0	1	0	0	0	0
019	1	0	0	1	0	0	0	0	0
020	1	0	0	1	1	0	0	0	0
021	1	0	1	0	0	0	0	0	0
022	1	0	1	1	0	0	0	0	0
023	1	0	1	1	1	0	0	0	0
024	1	1	0	0	0	0	0	0	0
025	1	1	0	0	1	0	0	0	0
026	1	1	0	1	0	0	0	0	0
027	1	1	0	1	1	0	0	0	0
028	1	1	1	0	0	0	0	0	0
029	1	1	1	0	0	1	0	0	0
030	1	1	1	1	0	0	0	0	0
031	1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 12 控制电路 Y1 输出测试结果图

逻辑变换器-XLC1								出	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
001	0	0	0	0	0	1	0	0	1
002	0	0	0	0	1	0	1	0	1
003	0	0	0	1	1	0	0	0	0
004	0	0	1	0	0	0	0	0	0
005	0	0	1	0	0	1	0	0	0
006	0	0	1	1	0	0	1	0	1
007	0	0	1	1	1	0	0	1	0
008	0	1	0	0	0	0	1	0	1
009	0	1	0	0	0	1	0	0	0
010	0	1	0	0	1	0	1	0	1
011	0	1	0	1	1	0	0	0	0
012	0	1	1	0	0	0	0	0	0
013	0	1	1	0	0	1	0	0	0
014	0	1	1	1	0	0	1	0	1
015	0	1	1	1	1	0	1	0	1
016	1	0	0	0	0	0	0	0	0
017	1	0	0	0	0	1	0	0	0
018	1	0	0	0	1	0	0	1	0
019	1	0	0	1	1	0	0	0	0
020	1	0	0	1	1	1	0	0	0
021	1	0	1	0	1	1	0	0	1
022	1	0	1	1	0	0	0	0	0
023	1	0	1	1	1	0	0	1	0
024	1	1	0	0	0	0	0	0	0
025	1	1	0	0	1	0	0	0	0
026	1	1	0	1	0	0	0	1	0
027	1	1	0	1	1	0	0	0	0
028	1	1	1	0	0	0	0	0	0
029	1	1	1	0	0	1	0	0	0
030	1	1	1	1	0	0	0	0	0
031	1	1	1	1	1	1	1	1	0

图 13 控制电路 G1 输出测试结果图

逻辑变换器-XLC1								出	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
000	0	0	0	0	0	0	1	0	0
001	0	0	0	0	0	1	0	0	1
002	0	0	0	0	1	1	0	0	1
003	0	0	0	1	1	1	0	0	0
004	0	0	1	0	0	0	0	0	0
005	0	0	1	0	0	1	0	0	0
006	0	0	1	1	0	0	1	0	1
007	0	0	1	1	1	0	0	1	0
008	0	1	0	0	0	0	1	0	1
009	0	1	0	0	0	1	0	0	0
010	0	1	0	0	1	0	1	0	1
011	0	1	0	1	1	1	0	0	0
012	0	1	1	0	0	0	0	0	0
013	0	1	1	0	0	1	0	0	0
014	0	1	1	1	1	0	1	0	1
015	0	1	1	1	1	1	0	1	0
016	1	0	0	0	0	0	0	0	0
017	1	0	0	0	0	1	0	0	0
018	1	0	0	0	1	0	0	1	0
019	1	0	0	1	1	1	0	0	0
020	1	0	0	1	1	1	1	0	0
021	1	0	1	0	1	1	0	0	1
022	1	0	1	1	0	0	0	0	0
023	1	0	1	1	1	1	0	0	0
024	1	1	0	0	0	0	0	0	0
025	1	1	0	0	1	0	0	0	0
026	1	1	0	1	0	0	0	1	0
027	1	1	0	1	1	1	0	0	0
028	1	1	1	0	0	0	0	0	0
029	1	1	1	0	0	1	0	0	0
030	1	1	1	1	0	0	0	0	0
031	1	1	1	1	1	1	1	0	0

图 14 控制电路 R1 输出测试结果图

4、总电路

总电路仿真测试结果如图 15、图 16、图 17、图 18 所示。图中，上下方向表示南北，左右方向表示东西。

图 15 中东西方向绿灯亮，南北方向红灯亮；东西方向通车，时间 30 秒。

图 16 中东西方向黄灯闪烁，南北方向红灯亮，时间 2 秒。图 17 中东西方向红灯亮，南北方向绿灯亮；南北方向通车，时间 30 秒。图 18 中东西方向红灯亮，南北方向黄灯闪烁，时间 2 秒。

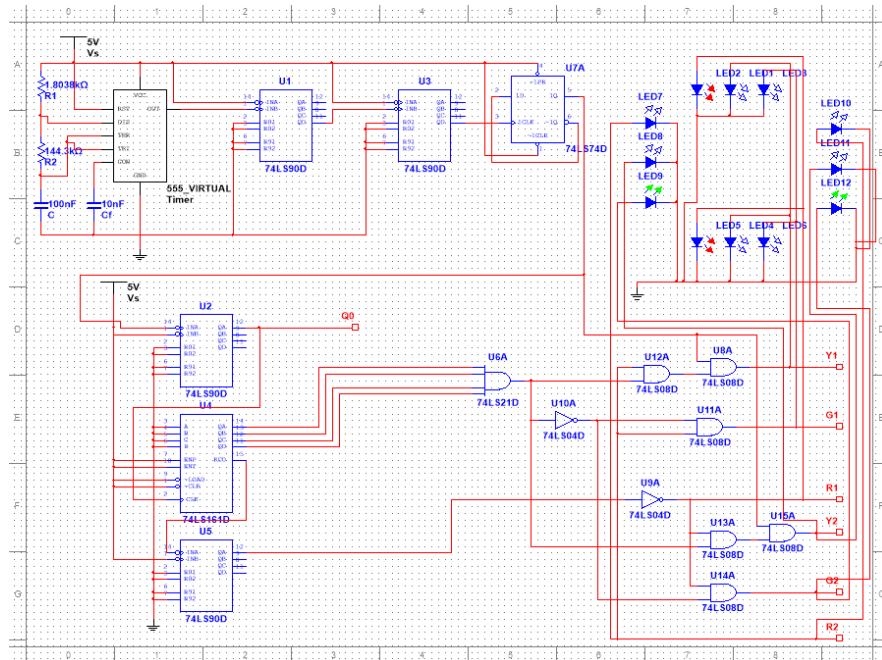


图 15 总电路仿真测试结果图一

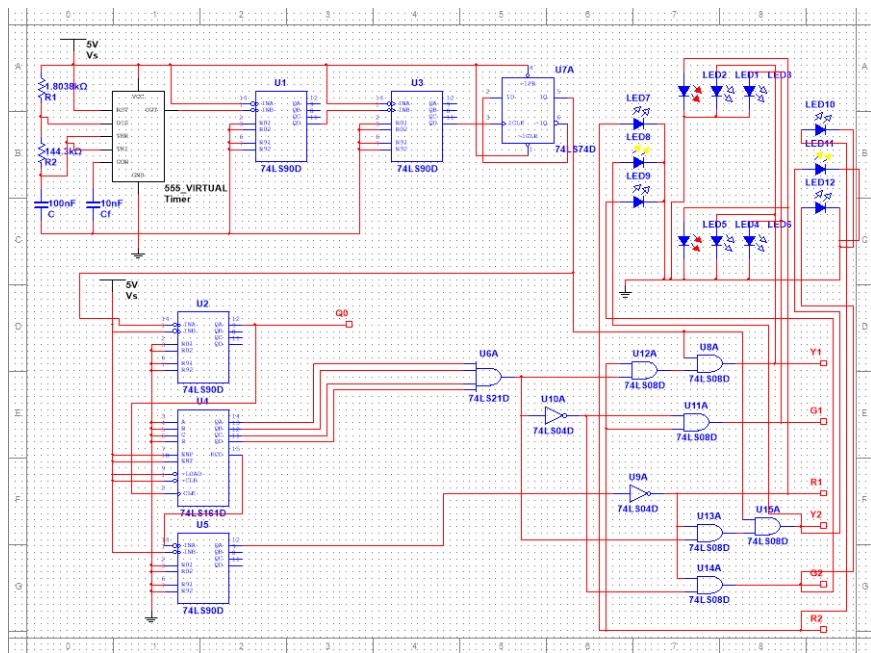


图 16 总电路仿真测试结果图二

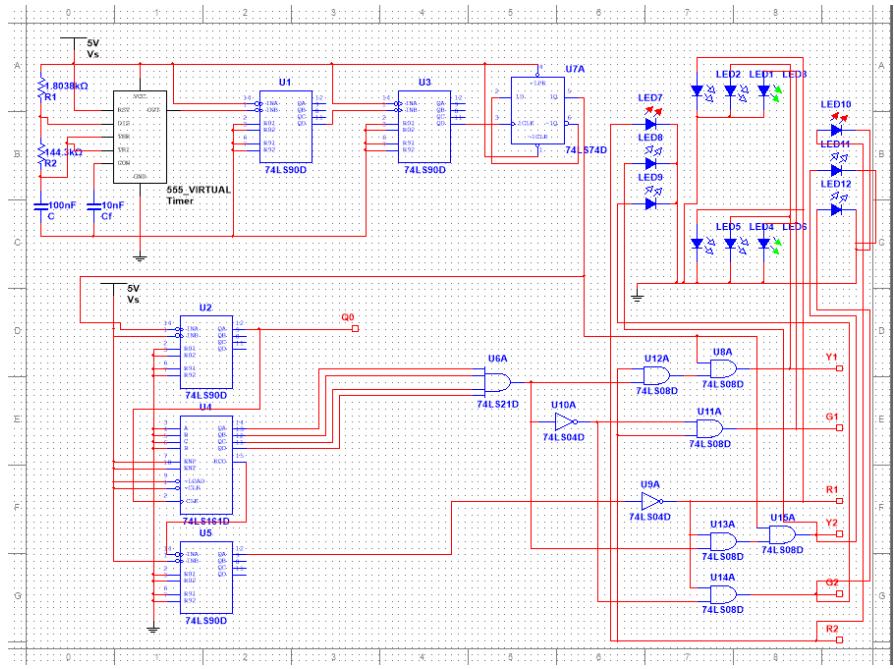


图 17 总电路仿真测试结果图三

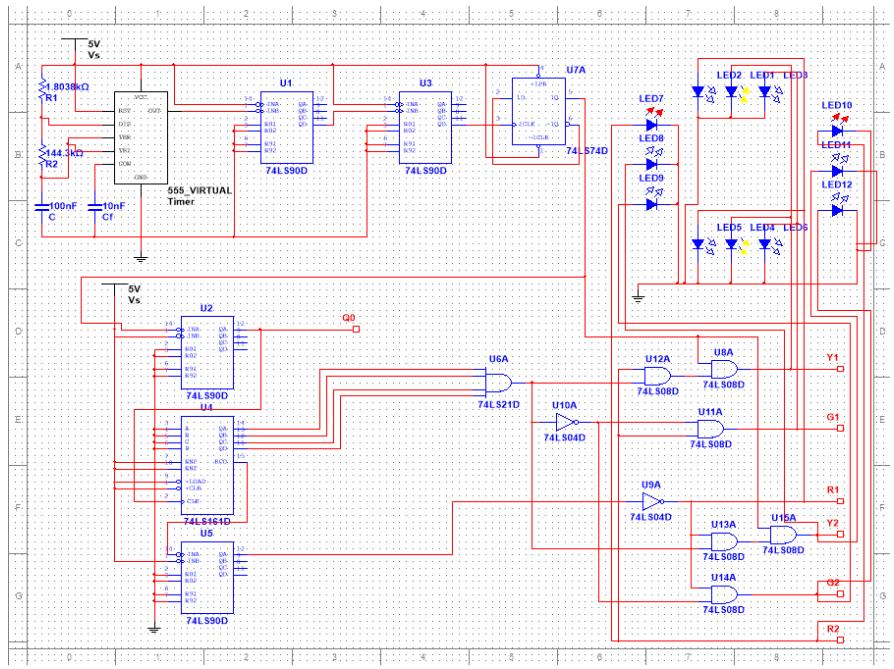


图 18 总电路仿真测试结果图四

五、总结

本实验中用 555 构成的多谐振荡器产生精度较高的相对高频率时钟信号，然后使用分频器产生需要的时钟信号。使用 64 进制计数器计时，将其输出通过组合逻辑控制电路来控制信号灯的状态。在控制电路中，通过黄灯亮信号和时钟信号相与来产生黄灯闪烁的效果。