

交通灯控制器设计

——VHDL 课程设计论文

院系：信息科学与工程学院电子工程系

专业年级：12 级电子信息科学与技术

指导老师：郑海永

组员：聂超

杨磊

申蒙蒙

邮箱：649691017@qq.com

摘要

本系统采用 **GW48 EDA/SOPC** 实验箱来设计交通灯控制器，模拟实现了红、绿灯指挥交通的功能。它直接采用 **FPGA/CPLD** 芯片开发，用 **VHDL** 语言编程和 **QUARTUS II 6.0** 设计。交通灯控制器设计，系统地阐述了用 **FPGA/CPLD** 实现数字电路的设计过程，展示了 **FPGA/CPLD** 的强大功能和非凡特性。本交通灯控制器适用东西方向和南北方向的车流量大致相同的路口，红灯 **45** 秒，黄灯 **5** 秒，绿灯 **40** 秒，同时用数码管指示当前状态（红、黄、绿灯）剩余时间。另有一个紧急状态，当紧急状态出现时，两个方向都禁止通行，指示红灯。紧急状态解除后，重新计时并指示时间。

关键字：交通信号灯；系统硬件描述软件；仿真

引言

早在 **1850** 年，城市交叉口处不断增长的交通就引发了人们对安全和拥堵的关注。世界上第一台交通自动信号灯的诞生，拉开了城市交通控制的序幕，**1868** 年，英国工程师纳伊特在伦敦威斯特敏斯特街口安装了一台红绿两色的煤气照明灯，用来控制交叉路口马车的通行，但一次煤气爆炸事故致使这种交通信号灯几乎销声匿迹了近半个世纪。**1914** 年及稍晚一些时候，美国的克利夫兰、纽约和芝加哥才重新出现了交通信号灯，它们采用电力驱动，与现在意义上的信号灯已经相差无几。**1926** 年英国人第一次安装和使用自动化的控制器来控制交通信号灯，这是城市交通自动控制的起点。

早期的交通信号灯使用“固定配时”方式实行自动控制，这种方式对于早期交通流量不大的情况曾起过一定的作用。但随着汽车工业的发展、交通流量增加、随机变化增强，采用以往那种单一模式的“固定配时”方式已不能满足客观需要，于是一种多时段多方案的信号控制器开始出现并逐步取代了传统的只有一种控制方案的控制器。除了多时段多方案定时控制的使用，为了避免各交叉路口之间“各自为政”的孤立控制方式对交通流造成的频繁停车，还必须把相邻的交叉路口作为一个系统来统一地加以控制。**1928** 年，上述系统经过改进，形成“灵活步进式”定时系统；由于它简单、可靠、价格便宜，很快在美国推广普及。这种系统以后不断改

进、完善，成为当今的协调控制系统。

20 世纪 30 年代初，美国最早开始用车辆感应式信号控制器，之后是英国，当时使用的车辆检测器是气动橡皮管检测器。车辆感应控制器的特点是它可以根据检测器测量的交通流量来调整绿灯时间的长短，使绿灯时间更有效地被利用，减少车辆在交叉口的时间延误，比定时控制方式有更大的灵活性。车辆感应控制的这一特点刺激了车辆检测器技术的发展。继气动橡皮管式检测器之后，雷达、超声波、光电、地磁、电磁、微波、红外以及环形线圈等检测器相继问世。当今在城市道路交通自动控制、交通监测和交通数据采集系统中，应用最广的是环形线圈车辆检测器。超声波检测器主要在日本等少数国家得到广泛应用。

计算机技术的出现为交通控制技术的发展注入了新的活力，1952 年，美国科罗拉多州丹佛市首次利用模拟计算机和交通检测器实现了对交通信号机网的配时方案自动选择式信号灯控制，而加拿大多伦多市于 1964 年完成了计算机控制信号灯的实用化，建立了一套由 IBM650 型计算机控制的交通信号协调控制系统，成为世界上第一个具有电子数字计算机城市交通控制系统的城市。这是道路交通控制技术发展的里程碑。

伴随着城市交通信号控制系统的迅速发展。人们认识到，要更好地提高城市管理水平，不仅仅依靠硬件设备的更新和

改进，还必须同时在控制逻辑和方法上有所突破，即城市交通的区域协调控制。传统的城市道路交通控制指的是区域交叉口信号灯控制，而城市交通的区域协调控制，是在整个城市范围内对交通进行控制，这无论是从理论角度还是实践角度，都是一个极其复杂的大系统控制问题。

城市交通是城市活动的重要组成部分，犹如人体的动脉，维系着整个城市的正常运转。随着人口的增多、科技的进步和城市规模的扩大，交通方式由原来简单的车马舟船，演变为现在的火车、汽车、地铁、飞机等各种综合型的运输方式。交通作为现代城市的重要体现和标志，见证着每一个城市的历史与文明、发展与兴衰。随着城市经济的飞速发展、城市化进程的加快，大量的人口涌入城市，造成市区人口稠密，社会经济发展、城市化和机动化进程的加快，使许多中心城市的交通在飞速发展的同时也对交通设施的建设提出了更高的要求。

以前普通的交通控制器能根据事先给定的时间进行通道的通禁控制，以达到自动控制的目的，但由于如今车辆的迅速增多，给城市交通增加了严重的负担，而交通灯在其中正扮演着越来越重要的角色。因此，要求寻找一种可以随时针对通道上车辆的密集程度来控制 and 调节主支干道的通禁时间，从而减少不合理的堵车现象的发生。

目前 EDA 技术发展迅速，是由于 EDA 技术主要是依靠功

能强大的电子计算机，在 EDA 工具软件平台上，对以硬件描述语 HDL(Hardware DescriptionLanguage)为系统逻辑描述手段完成的设计文件，自动地完成逻辑编辑、化简、分割、综合、优化和仿真、直至下载到可编程逻辑器件 CPLD/FPGA 或专用集成电路 ASIC(Application Specific IntegratedCircuit)芯片中，实现既定的电子电路设计功能[1]

。EDA 技术使得电子电路设计者的工作仅限于利用硬件描述语言和 EDA 软件平台来完成对系统硬件功能的实现，极大地提高了设计效率，缩短了设计周期，节省了设计成本[2]

。实现路口交通灯系统的控制方法很多，可以用标准逻辑器件，可编程控制器 PLC,单片机等方案来实现。但是这些控制方法的功能修改及调试都需要硬件电路的支持，在一定程度上增加了功能修改及系统调试的困难。因此，在设计中采用 EDA 技术，应用目前广泛应用的 VHDL 硬件电路描述语言，实现交通灯系统控制器的设计，利用 MAX+PLUS II 集成开发环境进行综合、仿真,并下载到 CPLD 复杂可编程逻辑器件中，完成系统的控制作用。

方法:

1. 输入部分:

1) CLK 时钟频率输入，可由实验板上直接提供，为准确确定时间长度，选择 High 挡的 1MHz 高频信号。

2) 紧急状态按键拨码开关 **EMERGENCY**，当将其置为高电平，表示紧急情况发生，两个方向均为红灯亮，计时停止，蜂鸣器蜂鸣；当置其为低电平，信号灯和计时器恢复原来状态，正常工作。

3) 复位拨码开关 **RESET**，当将其置为高电平，表示复位，工作停止，全部回到初始状态；当置其为低电平，重新开始工作。

2. 输出部分：

1) 东西方向和南北方向各使用 4 个 LED 显示，**LIGHT1**，**LIGHT2**，红黄绿各代表红黄绿灯，剩下两个红灯分别表示限制两个方向的禁止左转。

2) 东西方向和南北方向计时均为 2 位数，共需要 4 个 LED 七段数码管显示。由于为共阴极控制，输出一个 **CAT_TEMP** 信号控制选择数码管显示，**NUM** 信号输出显示的内容。

3) 增加一个 **BELL** 输出，控制紧急状态下的蜂鸣器。

当 **M = '1'** 时，进入紧急状态，**S** 输出为 **B"100100"**，即南北、东西向均为红灯亮。当 **M = '0'** 时，交通即开始正常工作。

M = '0' 时，经过 40 秒，**S** 由 **B"100010"** 变为 **B"100001"**，再经过 5 秒，**S** 变为 **B"010100"**，再经过 40 秒，**S** 变为 **B"001100"**，再经过 5 秒，**S** 变为 **B"100010"**……如此循环下去。

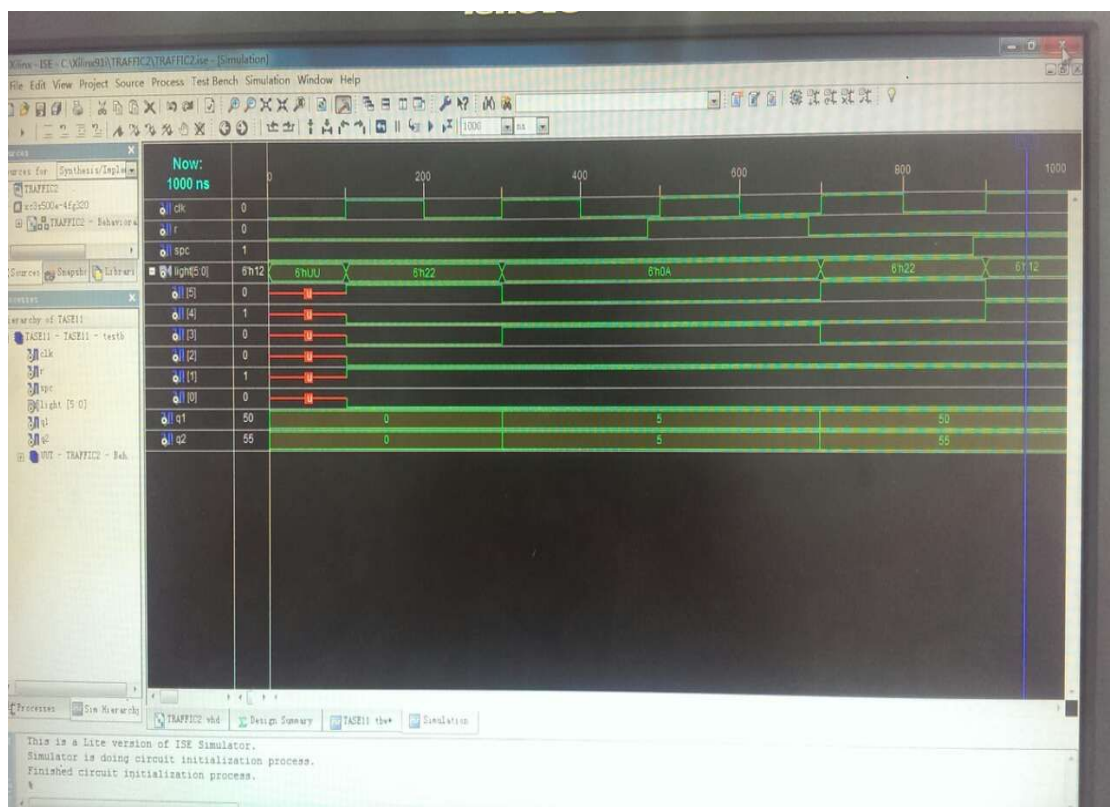
当 **M = '1'** 跳变到 **M = '0'** 时，数码管继续计时，恢复正常

工作状态。

实验与分析

clk 连接 1Hz 的脉冲，R 连可控制电平的高低电平信号，实现复位功能。SPC 接高低电平信号，实现紧急情况功能。G1 接南北道的绿灯，R1 接南北道的红灯，Y1 街南北道的黄灯。G2 接东西道的绿灯，R2 接东西道的红灯，Y2 街东西道的黄灯。

波形仿真图



总结

本设计采用 CPLD 芯片自动控制交通灯及时间显示的方法。同时给出了软硬件设计方法。设计过程包括硬件电路设

计和程序设计两大步骤。分别用红、黄、绿、蓝等的不同组合来指挥两个方向的通车与禁行，用数码管作为倒计时指示，实时的控制当前交通灯时间使 LED 显示器进行倒计时工作并与状态灯保持同步，在保持交通安全的同时最大限度的提高交通顺畅交替运行。本文介绍了控制的基本原理以及控制的表现，同时，论述了系统中交通现状、交通管理及背景信息。

通过这次实训，我们在程序的功能，源程序修改以及最后的硬件调试波形仿真中取得了更深一步的成就，通过理论结合实际进行不断地修改、讨论。填补了我们在这一方面的不足，当最后结果出来的时候，我们心比蜜甜，通过这次实训，我们在实践中学会了很多在平时的实验中无法学到的东西。将使我们在以后的工作中受益匪浅。

致谢： 感谢郑老师带给我们一次可以自己动手实践的机会，感谢同学的无私帮助，细心给我们讲解有疑惑的地方，同时也感谢队员在遇到困难时不抛弃不放弃。

作者贡献

聂超：安装程序；完成 LED 显示模块程序的调试及仿真，完成小组论文。

杨磊：程序查找；完成分频模块程序的调试及仿真。

申蒙蒙：完成交通灯控制模块程序的调试及仿真；完成 PPT

制作并进行答辩。

参考文献

- [1]潘松,黄继民.EDA 技术实用教程.
- [2]朱正伟.EDA 技术与应用.
- [3]曾素琼.EDA 技术在数字电路中的探讨
- [4]谭会生.EDA 技术综合应用实例与分析
- [6]林涛.基于 VHDL 语言的交通信号控制器的设计与实现
- [7]黄任,VHDL 入门.解惑.经典实例.经验总结.
- [8]于润伟.数字系统设计与 EDA 技术.
- [9]陶涛.基于 VHDL 语言实现十字路口交通灯设计

附录

源代码:

```
LIBRARY IEEE;

USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

USE IEEE.STD_LOGIC_ARITH;

ENTITY TRAFFIC2 IS

    PORT (CLK,R,SPC: IN STD_LOGIC;

        LIGHT: OUT STD_LOGIC_VECTOR(5 DOWNTO 0);

        Q1,Q2 : OUT INTEGER RANGE 0 TO 55);
```

END TRAFFIC2

ARCHITECTURE behav OF TRAFFIC2 IS

TYPE STATES IS (S0,S1,S2,S3);

SIGNAL STATE : STATES

SIGNAL T1,T2: INTEGER RANGE 0 TO 55; BEGIN

P1: PROCESS (CLK,STATE) BEGIN

IF R='1' THEN STATE<=S0;T1<=50;T2<=55;

ELSIF SPC='1' THEN LIGHT<="010010";

ELSIF CLK'EVENT AND CLK='1' THEN

CASE STATE IS

WHEN S0=> LIGHT<="100010";

T1<=T1-1;T2<=T2-1;

Q1<=T1;Q2<=T2;

IF T1=0 THEN

STATE<=S1;T1<=5;T2<=5;

END IF;

WHEN S1=> LIGHT<="001010";

T1<=T1-1;T2<=T2-Q1<=T1;Q2<=T2;

IF T1=0 THEN

STATE<=S2;T1<=35;T2<=30;

END IF;

WHEN S2=> LIGHT<="010100";

```

T1<=T1-1;T2<=T2-1;

    Q1<=T1;Q2<=T2;

    IF T2=0 THEN

        STATE<=S3;T1<=5;T2<=5;

    END IF;

    WHEN S3=> LIGHT<="010001";

        T1<=T1-1;T2<=T2-1;

Q1<=T1;Q2<=T2;

    IF T1=0 THEN

        STATE<=S0;T1<=50;T2<=55;

    END IF;

    WHEN OTHERS=>STATE<=S0;T1<=50;T2<=55;

END CASE;

END IF;

END PROCESS;

END behav;

```

