

文章编号:1671-8879(2007)04-0084-04

# 基于 VHDL 的可变多相位交通信号控制器设计

林 涛, 贺昱曜

(长安大学 信息工程学院, 陕西 西安 710064)

**摘 要:**针对交通信号灯控制器的设计问题,采用层次化的设计方法,应用 VHDL 语言编制了可变多相位交通信号灯控制器的程序,并利用 MAXPLUS II 进行了仿真。仿真结果表明:该系统可分别实现 2、3、4 相位交通信号灯控制,并且各相位的灯时分配能方便地通过设定输入进行调节,增强了系统的灵活性和适用范围。

**关键词:**交通工程;交通信号灯;控制器;多相位;VHDL 语言

**中图分类号:**U491.51 **文献标志码:**A

## Design of changeable multi-phase traffic light controller with VHDL

LIN Tao, HE Yu-yao

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** To the design problem of traffic light controller, the program of controller with VHDL is given and simulated by MAXPLUS II by using hierarchical design means. The simulation results show that the system could realize two-phase, three-phase and four-phase traffic light control, and the light time of each phase could be changed by setting input value, the adaptability of the system can be increased by changing the phase and light time of traffic light. 1 tab, 6 figs, 10 refs.

**Key words:** traffic engineering; traffic light; controller; multi-phase; VHDL

## 0 引 言

随着中国城市化水平的提高及交通流量的迅速增加,对城市平面交叉路口交通流采取控制措施已十分普遍。交通信号控制作为减少交通冲突的重要方法之一,广泛应用于城市道路的各个平面交叉口。目前,用于控制交通信号灯的控制器的硬件实现方法有 PLC 控制器<sup>[1]</sup>、单片机控制器<sup>[2-3]</sup>、PLD 控制器<sup>[4]</sup>等。在控制方式上有多时段、多相位、定时控制、模糊控制<sup>[5-9]</sup>等多种模式。文献[10]讨论了基于 VHDL 语言 2 相位交通信号灯控制器的设计与实现,而在实际应用中,多相位的情况更为普遍,且具

体相位数由交叉路口的交通流量决定,即相位数不是固定不变的。如果相位依据实际情况进行设定,将增加所设计系统的灵活性,其适应范围会更大。因此,本文提出了基于 VHDL 语言的可变多相位(2、3、4 相位)交通信号灯控制器的设计方法,并对设计结果进行了仿真验证。

## 1 总体设计思想及系统结构

### 1.1 总体设计思想

为了适用交通信号灯控制器专用集成电路,并考虑到用户的二次开发,因此外围电路应尽可能简单,且系统的功能应具有较大的弹性,以便提高芯片

收稿日期:2006-07-05

基金项目:国家自然科学基金项目(60472022)

作者简介:林 涛(1955-),男,陕西商洛人,副教授,E-mail:taolin@chd.edu.cn.

的利用率。在设计中,考虑了相位可依据用户的需要进行设定,即采用相位选择信号在片外对相位进行设定。通过对交叉路口交通流相位分配的分析,2、3、4 相位占主导地位。因此,在设计中考虑了这 3 种相位模式,其相序如图 1 所示。主支干道绿灯时间、左转行驶时间及黄灯时间设置为变量,具体数值由外部设定输入。在系统内部对最小绿灯时间、最小黄灯时间进行限定(设计中取最小绿灯时间为 15 s,最小黄灯时间为 3 s)。当外部设定值小于最小设定时间时,系统按最小设定时间运行。系统设置有复位信号,在复位信号有效时,系统读入设定值。系统处于复位状态时,控制信号默认为主干道绿灯,复位信号恢复常态后,系统按新的设定值运行。

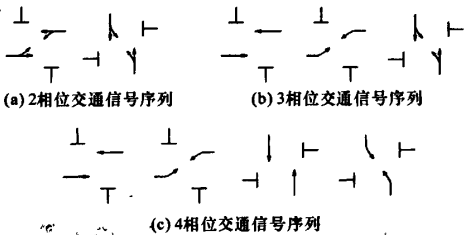


图 1 2、3、4 相位交通信号相序

### 1.2 系统结构

本设计仅考虑用 CPLD 能实现的功能。基准时钟脉冲信号  $f_0$  由外部电路提供,设  $f_0=1\text{ MHz}$ 。CPLD 实现的功能主要包括分频电路、主控制器、红绿灯各个时段倒计时计数器等。在各方向为绿灯或红灯时,以  $s$  为计时单位,采用倒计时的方式显示通行或者禁止通行的剩余时间。系统结构见图 2。

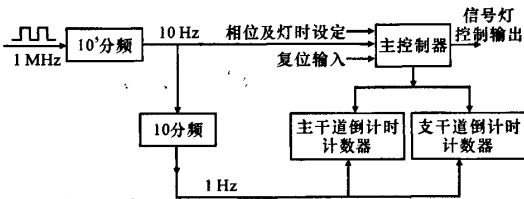


图 2 定周期可变多相位交通信号灯控制系统结构

主控制器是系统的核心,由它产生主、支干道的信号灯控制信号,各个信号灯的控制在时序上应满足图 1 所示的相位要求,并产生倒计时计数器的使能信号。主、支干道灯时减法计数器在使能信号的控制下,分别完成红、绿灯时段剩余时间的倒计时,其输出信号送译码显示电路。

## 2 VHDL 程序设计与仿真

### 2.1 层次化的设计思想

层次化的设计方法,关键在于依据系统的要求,

对各层次的功能进行合理划分,以便利用 VHDL 语言进行程序设计。针对本设计的具体要求,将设计划分为两个层次较为合理,即顶层模块和功能单元模块。对于顶层设计模块,输入信号有 1 MHz 的基准时钟脉冲、相位设定值、主支干道绿灯时间、左转绿灯时间、黄灯时间等设定值及复位信号。输出信号包括各个方向的绿灯、黄灯、红灯控制信号,倒计时计数器的十位、个位的 8421BCD 码信号。对于功能单元模块,按其功能分为 4 个单元,即分频单元、主控制器单元、主、支干道灯时倒计时单元。层次化设计的结构如图 3 所示。

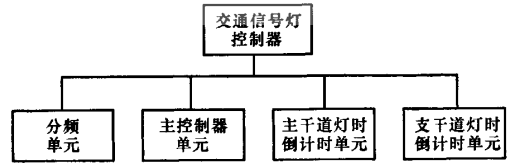


图 3 层次化设计的结构

### 2.2 主控制器模块的 VHDL 程序设计

主控制器模块的功能是在时钟脉冲、相位选择信号、灯时设定值、复位信号等的控制下,形成主、支干道的绿灯、黄灯、红灯的控制信号。为了方便程序设计和调试,主控制器模块按功能区分为两个进程:一个是主控时序进程,用来实现有限状态机(4~6 个状态);另一个是辅助进程,用来实现状态译码。主控制器的状态如图 4 所示。相位选择信号决定系统的实际运行状态数。当相位选择输入设定为 2 时,状态变化顺序为  $S_0, S_2, S_3, S_5$  再返回  $S_0$ ,实现 2 相位控制模式;当相位选择输入设定为 3 时,状态变化顺序为  $S_0, S_1, S_2, S_3, S_5$  再返回  $S_0$ ,即在 2 相位的基础上,增加了主干道的左转相位,实现 3 相位控制模式;当相位选择输入设定为 4 时,状态变化顺序为  $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  再返回  $S_0$ ,实现 4 相位控制模式。各个状态的定义与图 1 的信号序列相对应。

主支干道绿灯时间设计取值范围为 15~99 s,当设定值小于 15 s 时,系统按默认值 15 s 运行。黄灯时间可在 3~15 s 之间选择,当设定值小于 3 s 时,系统默认值为 3 s。信号周期由系统依据设定值自动计算确定。

### 2.3 仿真设计及仿真波形分析

主控制器模块的 VHDL 程序经调试和编译通过后,利用 MAXPLUS II 提供的仿真工具进行仿真,仿真过程的关键是进行仿真设计。仿真设计的目的是较为全面地验证设计目标是否达到。此处的仿真从两个方面考虑:一是验证能否按不同的相位



仿真波形的分析归纳见表 1。表 1 所列数据表明,系统实际运行参数与设定值相一致,分别可实现 2、3、4 相位的可变多相位控制;在特定相位设定下,灯时参数可在一定范围内改变,控制输出符合设计要求。

表 1 仿真波形的分析归纳

序号	1	2	3	4	5	6
相位数	2	3	4	3		
设	master_g0	95(5 FH)80(50 H)	75(4 BH)75(4 BH)	58(3 AH)45(2 DH)		
定	master_lg0	15(0 FH)	10(0 AH)	15(0 FH)	10(0 AH)	8(08 H)
值	master_y0	6	5	3	6	4
	branch_g0	40(28 H)	50(32 H)	35(23 H)	50(32 H)	40(28 H)
	branch_lg0		8			
仿	master_g	95	80	75	75	58
真	master_lg		15	10	15	10
结	master_y	6	5	3	6	4
果	master_r	46	55	46	56	44
	branch_g	40	50	35	50	40
	branch_lg		8			
	branch_y	6	5	3	6	4
	branch_r	101	100	88	96	72

### 3 结 语

(1)分析及仿真结果表明,基于 VHDL 语言的可变多相位(2、3、4 相位)交通信号灯控制器的设计是可行的,通过设定输入来改变相位数、主支干道的灯时分配等,增加了系统的灵活性和适用范围。

(2)探讨了利用专用集成电路来设计交通信号灯控制器,其仿真结果可供相关设计人员参考。

#### 参考文献:

#### References:

[1] 王中苏. PLC 在城市道路交通信号控制系统中的应用[J]. 仪表技术与传感器,2003,(6):36-38.  
WANG Zhong-su. Application of PLC in the city traffic light control system[J]. Instrument Technique and Sensor, 2003,(6):36-38.

[2] 欧伟民. 基于单片机的交通信号控制系统[J]. 湖南大学学报:自然科学版,2002,29(3):53-55.  
OU Wei-min. Control system of traffic signal with MCU [J]. Journal of Hunan University: Natural Science Edition, 2002,29(3):53-55.

[3] 张鹏贤,马跃洲,梁卫东. 新型微电脑交通信号控制仪的研制[J]. 甘肃工业大学学报,2001,27(3):71-73.

ZHANG Peng-xian, MA Yue-zhou, LIANG Wei-dong. Development of a new traffic light controller on basis of microcomputer [J]. Journal of Gansu University of Technology, 2001,27(3):71-73.

[4] 李国丽. 用 PLD 芯片和 AHDL 语言进行交通灯控制器设计[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版,2002,25(4):545-548.  
LI Guo-li. Design of traffic light controller with PLD chip by using AHDL [J]. Journal of Hefei University of Technology: Natural Science Edition, 2002, 25(4):545-548.

[5] 承向军,杨肇夏. 一种分布式交通信号控制方法及仿真实现[J]. 系统仿真实报,2005,17(8):1 970-1 973.  
CHENG Xiang-jun, YANG Zhao-xia. A distributed traffic signal control approach and simulation[J]. Journal of System Simulation, 2005,17(8):1 970-1 973.

[6] 王秋平,谭学龙,张生瑞. 城市单点交叉口信号配时优化[J]. 交通运输工程学报,2006,6(2):60-64.  
WANG Qiu-ping, TAN Xue-long, ZHANG Sheng-rui. Signal timing optimization of urban single-point intersections [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2006,6(2):60-64.

[7] Masashi S. Transition and saturation of traffic flow controlled by traffic lights[J]. Physics A,2003,325: 531-546.

[8] 赵忠杰,刘小强,谢光秋. 单交通路口变相位变周期信号控制[J]. 长安大学学报:自然科学版,2005,25(6):70-72.  
ZHAO Zhong-jie, LIU Xiao-qiang, XIE Guang-qiu. Changeable phases and changeable periods signal control at traffic intersection[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005,25(6):70-72.

[9] 魏 武,张起森,王明俊,等. 一种基于模糊逻辑的城市交叉口交通信号控制方法[J]. 交通运输工程学报,2001,1(2):99-102.  
WEI Wu, ZHANG Qi-sen, WANG Ming-jun, et al. A traffic signal control method based on fuzzy logic controller at urban road intersection [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2001, 1(2): 99-102.

[10] 林 涛. 基于 VHDL 语言的交通信号控制器的设计与实现[J]. 交通与计算机,2006,24(4):72-75.  
LIN Tao. Design and realization of traffic light controller with VHDL [J]. Computer and Communications,2006,24(4):72-75.