

# 基于 VHDL 的汽车尾灯控制电路设计

于明军, 郭 跃, 郝甜甜, 何瑞强

(赤峰学院 物理与电子信息工程学院, 内蒙古 赤峰 024000)

**摘 要:** 本设计利用硬件描述语言(VHDL)对汽车尾灯控制电路进行描述并通过 Altera 公司 Quartus II 软件对源程序进行编译、仿真, 调试后的程序下载到 FPGA 开发板 FA280 上, 通过实验板上的发光二极管模拟汽车尾灯的工作状态. 可以完成汽车行驶状态、左转状态、右转状态、刹车状态时的尾灯动态显示功能.

**关键词:** EDA; VHDL; 汽车尾灯控制电路  
**中图分类号:** TN79      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1673-260X(2015)04-0058-03

## 1 实验开发板及 VHDL 介绍

本设计用到的实验板是 FPGA 开发板 FA280, FA280 板载有 SDRAM, FLASH 以及 USB Blaster 下载线电路, 这里主要介绍关于 HDL 的程序开发. 利用 Quartus II 集成开发环境来完成前期设计, 以 FPGA 实验开发板为运行载体, 来完成 VHDL、Verilog HDL 等一些硬件语言的运行显示.

本文应用 FPGA 开发板 FA280, 其核心器件为 Altera Cyclone II 系列的 EP2C8Q208, 是包含 192 个引脚, 其中 I/O 口有 183 个的, 最新采用逻辑单元为单位来衡量内部资源的芯片. EP2C8 的工作电压为 1.2V, 是运用 Verilog 硬件描述语言来实现对 EEPROM 进行读写操作. EPCS4 为 EP2C8 的配置芯片, 其成本低、外形封装小、灵活性强.

接口包括: PS2 接口、VGA 接口、RS232 串口、USB 下载接口. 开发板具有 USB Blaster 下载线电路, 插上 USB 线即可进行下载, 通过拨动 USB 接口开关选择 JTAG 或 AS 下载方式.

显示设备包括 6 位 7 段红光数码管, 8 位绿色 LED 发光二极管, LCD1602 和 LCD12864 显示屏接口插座.

复位电路由一个复位按键和一个复位芯片组成的, 可以将电路恢复到起始状态(相当于清零按钮). 复位芯片为 MAX811R, 可将输出脉冲宽度为 140ms、门限为 2.63V 的低电平有效复位脉冲信号提供给 FA280.

电源部分包括 1117-3.3 和 1117-1.2 各一片, 从功能板分别引入 3.3V 和 1.2V 的直流电源作为 EP2C8 的核心电源电压, 并在核心板上加入滤波电

容, 以确保芯片和电源系统的稳定性. 其他还包括一个蜂鸣器、4 位独立按键、电源插座和开关、SD 卡座、扩展总线(GPIO)和有源晶振. 其外观如图 1 所示.

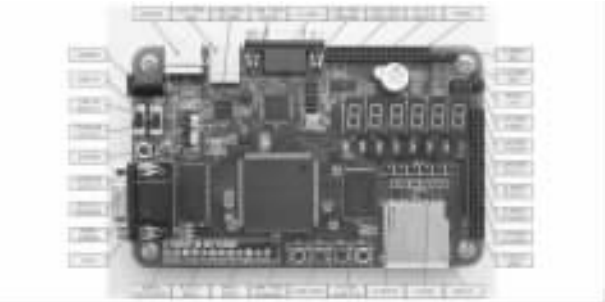


图 1 实验开发板 FA280

VHDL 高级硬件描述语言已成为 IEEE 标准, VHDL 的描述能力最强, 因此运用此结构进行复杂电路设计时, 常采用“自顶向下”的结构化设计方法. 适用于行为级和 RTL 级的描述, 最适于描述电路行为, 并在设计时可以不了解电路的结构细节. VHDL 主要用于描述数字系统的结构、行为、功能和接口, 其设计的基本点是将设计实体分成内、外部分. 适用于电路高级建模, 综合的效率和效果较好. 而且采用的模块化、逐步细化的设计方法能够及早的发现各子系统及模块中的错误, 而且有利于系统的分工合作, 这就提高了系统设计的效率, 特别适用于可编程逻辑器件的应用设计. 完整的 VHDL 程序要包含库、程序包、实体、构造体和配置等部分, 它的描述语句和常用语句都有其固定的格式, 并且有自己的语法, 不允许不同类型的数据在表达式中自由组合.

Quartus II 作为一个综合性的开发平台, 可以完

成多种功能的实现.Quartus II 的设计流程: 首先输入 HDL 等形式的设计文本, 接着根据设计要求进行编译, 然后进行设计校验(仿真和定时分析), 最后进行编程与验证(将编程文件配置到 PLD 中). 设计过程中, 如果出现错误, 则回到设计输入阶段改错, 然后重复以上步骤.

设计输入: 设计输入可以用 HDL 方式或原理图录入方式. 一般可以使用原理图来设计最顶层, 将整个设计的结构描述清楚, 对于 HDL 方式的设计输入, 可以采用 Verilog 和 VHDL, 我们这里采用 VHDL 语言来实现.

综合: 综合工具将设计转换成包含逻辑单元和逻辑单元间连接的网络表.

功能仿真: 对已经综合的电路的功能进行验证, 功能仿真不涉及任何时序方面的内容.

配置: 将综合产生的网络表中的逻辑单元映射到 CPLD/FPGA 器件中的 LE, 这里还包含器件中 LE 间连接和路由的选择.

时序分析和时序仿真: 通过分析配置后的电路各个路径上的传输延时, 获得电路的性能情况. 这里的时序仿真将结合器件时间参数, 与前面的功能仿真不同, 功能仿真只关注源程序的逻辑是否正确.

编程: 在 CPLD/FPGA 器件内实现设计, 包括逻辑单元和逻辑单元间的连接.

2 功能设计及分析

对该汽车尾灯控制器的具体要求: (一) 汽车左右两侧各有 3 只 LED 指示灯; (二) 当汽车正常向前行驶时, 6 只 LED 指示灯为全部熄灭; (三) 当汽车向左转弯时, 左侧的 LED 指示灯循序从右到左闪亮, 右侧的 LED 指示灯全部熄灭; (四) 当汽车向右转弯时, 右侧的 LED 指示灯循序从左到右闪亮, 左侧的 LED 指示灯全部熄灭; (五) 刹车时, 6 只 LED 指示灯全部点亮. FA280 开发板硬件具有 8 位 LED, 为低电平驱动方式, 即低电平点亮高电平熄灭. 本设计中实现以提供低电平方式点亮 8 个 LED 中的某一个或多个, 两次点亮的时间间隔为 1s.

通过设置系统的输入信号: 系统时钟信号 CLK, 汽车左转弯控制信号 bleft, 控制汽车左侧 3 盏指示灯 LeftLight0、LeftLight1、LeftLight2, 汽车右转弯控制信号 bright, 汽车右侧 3 盏指示灯 RightLight0、RightLight1、RightLight2 实现以上功能.

根据以上功能分析、汽车尾灯控制逻辑功能表可以编写汽车尾灯控制电路的 VHDL 程序.

3 程序调试及下载

3.1 程序编译

(1) 建立工作库目录, 以便设计工程项目的存储, 打开 Quartus II 9.0 软件.

(2) 在工具栏中选择“新建”按钮, 选择“Text Editor”以进行文本输入.

(3) 在文本输入界面内进行程序输入.

(4) 输入完毕后, 需要对程序进行保存. 文件名和实体定义的符号必须保持一致, 即文件名为 carlight. 因为使用 VHDL 语言, 所以文件文件类型为.vhd.

(5) 在菜单栏下拉按钮里选择“Start Processing”, 对程序进行编译, 此时, Quartus II 9.0sp2 软件会对程序进行纠错等处理.

(6) 在编译完成以后, 打开程序, 选择“File”→“Edit Symbol”生成设计模块图.

3.2 程序仿真及下载

(1) 编译完全通过后, 新建波形编辑器进行设计仿真. 通过“新建”按钮, 选择“Waveform Editor”.

(2) 新建波形编辑器后, 对文件进行保存. 同样使用文件名 carlight, 后缀改为 scf.

(3) 在编辑器的 Name 栏点击鼠标右键, 选择“Insert Node or bus...”, 点击“Node finder”选中所有观察的节点信号.

(4) 通过编辑器左侧的快捷键对所加节点中的输入信号进行相关的赋值, 然后对程序进行仿真, 观察输出信号. 对编辑器(Edit)里面的赋值(Value)中的 Clock 进行设置.

(5) 在进行仿真前, 还需对仿真截止时间和最小单位时间进行一下调整. 在“Edit”栏对截止时间“End Time”设置为“10.0us”.

(6) 得初始仿真图, 如图 2 所示:



图 2 初始仿真界面

(7) 当汽车正常行驶时, 左转信号 bleft 和右转信号 bright 都为 0, 所有的灯都熄灭, 都为 1, 仿真图如图 3, 将程序写入开发板, 显示如图 4:

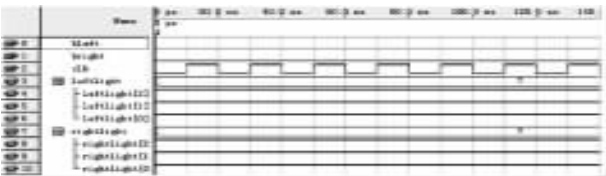


图 3 正常行驶尾灯仿真图

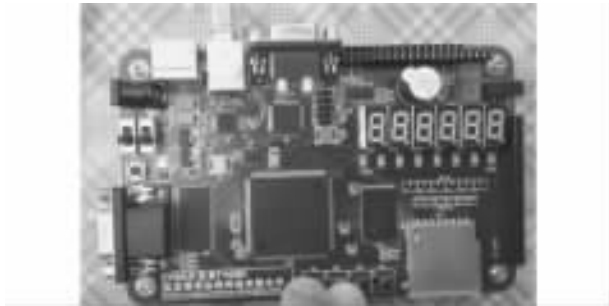


图 4

(8)当汽车向左转时,左转信号 bleft 为 1,右转信号 bright 为 0,此时右侧灯 rightlight2、rightlight1、rightlight0 全灭为 111,而左侧灯 leftright0、leftright1、leftlight2 依次亮灭,状态为为 110、101、011.仿真图如图 5,将程序写入开发板,显示如图 6:

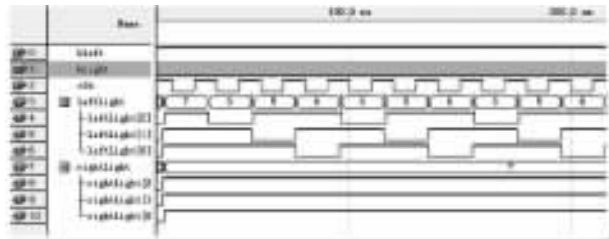


图 5 向左转尾灯仿真图

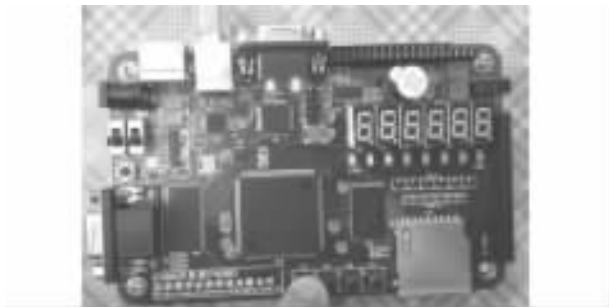


图 6

(9)当汽车向右转时,左转信号 bleft 为 0,右转信号 bright 为 1,此时左侧灯 leftright0、leftright1、leftlight2 全灭为 111,而右侧灯 rightlight2、rightlight1、rightlight0 依次亮灭,状态为 110、101、011.仿真图如图 7,将程序写入开发板,显示如图 8:

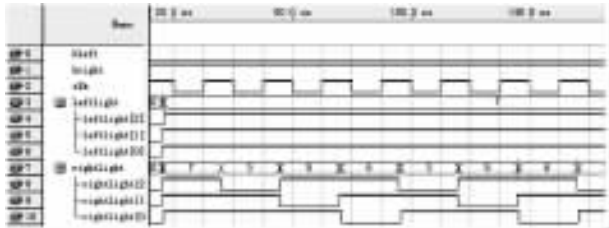


图 7 向右转尾灯仿真图

(10)当汽车刹车时,左转信号 bleft 为 1,右转信号 bright 也为 1,此时左边灯 leftright0、leftright1、leftlight2 全亮为 000,右边灯 rightlight0、rightlight1、

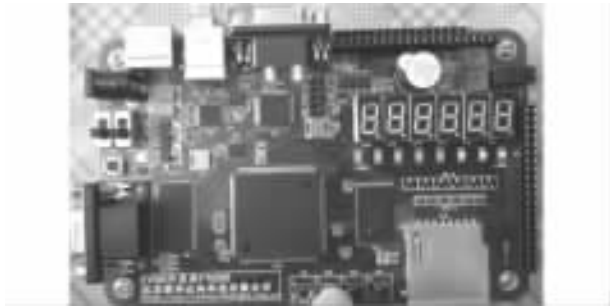


图 8

rightlight2 全亮为 000.仿真图如图 9,将程序写入开发板,显示如图 10:

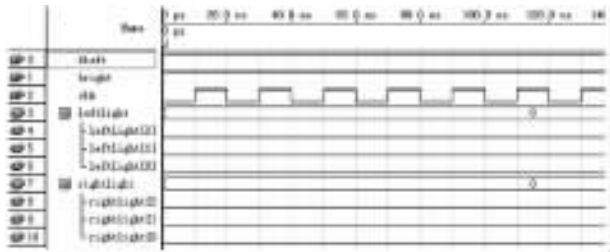


图 9 刹车尾灯仿真图

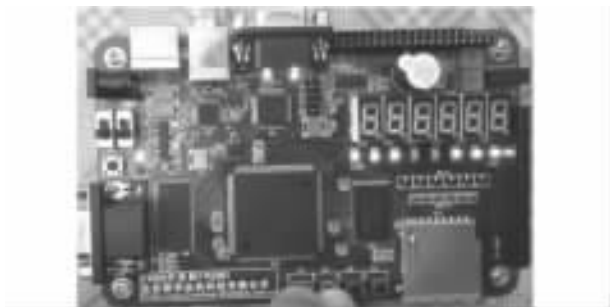


图 10

#### 4 结语

本设计依靠 EDA 教学开发板,Quartus II 软件环境,运用原理图和硬件描述语言进行输入并进行编译、仿真验证设计的正确性.对开发板的学习有一定的指导作用.

#### 参考文献:

- [1]廖超平.EDA 技术与 VHDL 实用教程[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [2]闫石.数字电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [3]华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [4]侯伯亨.VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M].西安:西安电子科技大学出版社,2009.
- [5]潘松,黄继业.EDA 技术与 VHDL[M].北京:清华大学出版社,2006.