

# EDA 在《数字电路》教学中的应用

袁新娣, 杨汉祥

(赣南师范学院 江西 赣州 341000)

**摘要:** Max + Plus 软件是美国 Altera 公司提供的现代数字电路设计的有利平台。通过举例详细地说明了在数字电路教学中应用该软件, 进行理论与仿真验证相结合, 使理论快速地变为抽象感性, 从而克服传统教学中的不足。同时改变传统数字电路“芯片 + 连线”的做法, 弥补了硬件实验的不足, 开阔了学生的视野, 有效地提高了教学质量。

**关键词:** EDA; 数字电路; Max + Plus; 集成电路

**中图分类号:** G434

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1004 - 373X(2006)04 - 047 - 02

## Application of EDA in Teaching of "Digital Logic Circuit"

YUAN Xindi, YANG Hanxiang

(Gannan Teachers College, Ganzhou, 341000, China)

**Abstract:** Max + Plus is a kind of EDA software of Altera Company of the United States, which offers a good table for desinging digital circuit. This paper illustrates the application of the software in the teaching of digital logic circuit with examples, which indiccate that it is the suitable way by combining the theoretical teaching with the simulation experiments and it can overcome the shortcoming of the traditional teaching methods of "chip + wire" and makes good on the insufficient experiment in hardware, which also widens students field of vision in the teaching of digital logic circuit and greatly improves the quality of teaching.

**Keywords:** EDA; digital logic circuit; Max + Plus; integrated circuit

## 1 引言

在当今信息社会中,数字化是电子技术发展的必然趋势,也是电子技术发展最快的学科之一,因而在电信类专业数字电路是一门极其重要的专业技术基础课程。传统的数字电路课程的教学是由理论教学、课程实验和课程设计等环节组成。理论教学完成一定内容后再安排实验,这样学生对教学内容的感性认识被延迟,甚至对某部分内容的学习由起初产生的兴趣,随时间推移而逐渐消失,达不到好的教学效果。

在多媒体教学实践中,结合理论教学的进程,及时利用 EDA (Electronic Design Automation) 在计算机上进行设计、验证仿真,增强学生对学习内容的感性认识,激发其学习兴趣,提高了课堂质量。而且通过人机对话的方式,学生选择元器件、连接电路、选择参数,一边选择一边测试,一边修改一边分析,并与理论相对照,并在调试中,把实验与理论紧密地相结合,加深了对理论的认识。本文以举例的形式介绍 EDA 的一种开发平台,即美国 Altera 公司开发 Max + Plus 在数字电路教学中的应用。

## 2 Max + Plus 简介及主要特点

Max + Plus 可运行在 Unix, Windows NT, Win -

dows 95/98, Windows 2000, Windows Me 等几乎所有目前流行的操作系统下,是一个用于可编程逻辑器件(CPLD)的集成化软件包,因为其界面友好、使用便捷,被誉为业界最易学易用的 EDA 软件。其主要特点如下<sup>[1]</sup>:

**与结构无关** Max + Plus 编译器(Compiler)是系统的核心,他支持 Altera 的所有 PLD 系列,为设计者提供了一个真正与结构无关的可编程逻辑设计环境。该编译器还强有力地支持逻辑综合和逻辑化简,使设计者可以比较容易地将其设计集成到器件中。

**全集成化** Max + Plus 的设计输入、编译处理、功能校验全部集成在统一的开发环境下,可以加快动态调试,缩短开发周期。

**兼容性强** Max + Plus 与其他工业标准(如 Xilinx 的网表文件、Verilog HDL 网表文件、standard delay format 文件、标准 EDIF 网表文件、VHDL 文件以及 OrCAD 原理图绘制文件)的设计输入、逻辑综合和校验工具结合密切。设计者可以用 Alters 或标准的 EDA 设计输入工具生成一个逻辑设计,再用 Max + Plus Compiler 将设计编译到 Altera 器件中。

**硬件描述语言** Max + Plus 支持各种 HDL 设计输入形式,VHDL, Verilog HDL 和 Alters 公司的硬件描述语言 AHDL。

收稿日期:2005 - 09 - 26

### 3 Max + Plus 在组合逻辑电路教学中的应用

组合逻辑电路是数字电路课程设计的入门内容,描述组合逻辑电路功能的主要而又直观的方式就是输入、输出波形图。传统的方法是老师一边分析一边把波形图画在黑板上,对于初学者波形图比较抽象,理解起来比较吃力,而且学生在课后作业中也很难知道自己绘制的波形图是否正确。而在多媒体教学中,老师分析了电路功能后,就可借助 Max + Plus 仿真电路的功能波形图,例如用 Max + Plus 绘制一半加器电路的功能波形,步骤如下:

#### (1) 输入项目

打开 Max + Plus ,选择 File new ,在弹出的对话框中选择“File Type”中的“Graphic Editor file”按“OK”后将打开原理图编辑窗口,然后右击鼠标,选择“Enter symbol”,在弹出的对话框中的“symbol Libraries”中打开基本元件库,调入 AND2,NOT,XNOR,INPUT 和 OUTPUT 并连接好,如图 1 所示<sup>[1]</sup>。最后将设计好的文件存盘,取文件名 h - adder. gdf。

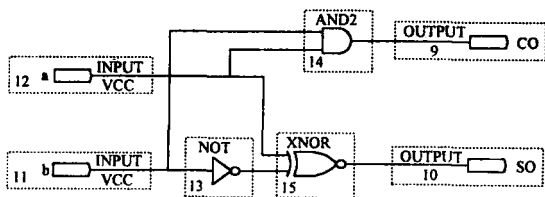


图 1 半加器原理图

#### (2) 进行电路处理

选择菜单 File set project to current File,将当前的原理图文件 h - adder. gdf 设置成工程文件(. pof),然后选择 Compiler 菜单进行目标器件选择和编译处理,本文选择器件为 EP1 K30 TC144 - 3。

#### (3) 进行仿真

打开波形编辑器界面,并以 h - adder. scf 文件形式保存。在波形编辑器的界面下,进行输入信号波形的编辑和参数的设置,本例输入信号仅为时钟脉冲,设置完成后,在“Max + Plus”菜单中选择 Simulator(仿真器)进行仿真,本例的仿真结果如图 2 所示。

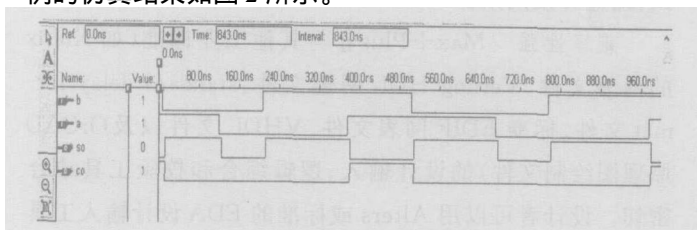


图 2 半加器仿真功能图

当然也可以用不同的输入得到不同的输出波形。这样将大大增强学生对所学知识的灵活理解。同时学生课后也可以用同样的方法对其他组合逻辑电路进行分析、设计,以达到举一反三、触类旁通的目的。

### 4 用 Max + Plus 理解中规模集成电路

中规模集成电路在数字电路课程中是一个很重要的知识点,在电路设计中也应用很广,同时也是过渡到大规模集成电路学习的重要桥梁。老师上课一般是通过几个典型例子来介绍中规模集成电路分析、设计的方法与步骤,由于电路复杂,最后绘制出波形所花费的时间较多,导致课堂效率不高。而且学生自己在分析其功能,绘制其波形图时往往考虑不周而得不到完全准确的结果。借助 Max + Plus 可以使问题得到很好解决。例如分析一个八选一数据选择器的功能,因中规模集成电路组成相对比较复杂,所以用文本输入法比用原理图输入法就更简单、方便。文本输入法输入程序如下<sup>[2]</sup>:

```
library ieee;
use ieee. std_ logic_ 1164. all;
entity mux8 is
port ( d0,d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7 : in std_ logic ;
      a0,a1,a2: in std_ logic ;
      q: out std_ logic );
end mux8;
architecture art of mux8 is
signal sel : std_ logic_ vector(2 downto 0) ;
begin
sel <= a2 & a1 & a0 ;
b: process (d0,d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7,sel)
begin
if (sel = "000") then
q <= d0;
elsif (sel = "001") then
q <= d1;
elsif (sel = "010") then
q <= d2;
elsif (sel = "011") then
q <= d3;
elsif (sel = "100") then
q <= d4;
elsif (sel = "101") then
q <= d5;
elsif (sel = "110") then
q <= d6;
else
q <= d7;
end if ;
end process ;
end art ;
```

程序输入完成后,经 Max + Plus 中的 Compiler 编译,再通过 Simulator 和 Timing analyzer 工具分别进行功能仿真和时序仿真,以验证设计是否完全符合要求,如果有问题,则必须返回原文件修改,上述模块经功能仿真和时序仿真都没有发现任何问题。图 3 是所得的八选一数据选择器的仿真波形。

(下转第 51 页)

```

{
SFRPAGE = CAN0_PAGE;
CAN0ADR = IF1CMDMSK;
CAN0DAT = 0x0087;
CAN0ADR = IF1DATA1; //指向第一个数据字节空间
CAN0DAT = DataA1;
CAN0DAT = DataA2;
CAN0DAT = DataB1;
CAN0DAT = DataB2; //CAN0DAT自动加1,写满8个数据
                      字节(DataA1, DataA2, DataB1,
                      DataB2是要发送的数据,均为16位
                      2进制数)
CAN0ADR = IF1CMDRQST;
CAN0DATL = MsgNum;
}
    
```

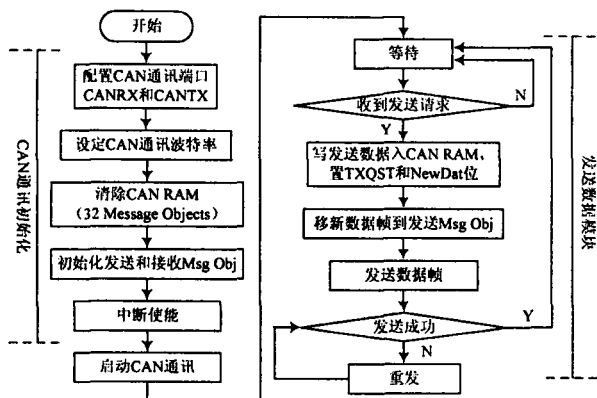


图4 CAN 通讯主程序流程

当微处理器接收数据采用中断方式。接收 Message Object 初始化时将 RxIE 位置 1。当程序进入到 CAN 中断服务子程序时,先判断 CAN 状态寄存器的 RxOK 位是否已置位,若已置位,则说明 CAN 控制器已经成功接收到

一个数据帧(因为 CAN 通讯有多个中断源,而中断向量只有一个)。这时再调用相应的函数,取出数据帧中有用的字节进行处理或执行相应的操作。源程序代码如下:

```

void ISRname (void) interrupt 19
{
status = CAN0STA; //取 Status Register(CAN 状态寄存器)的值
if((status & 0x10) != 0) //判断 RxOK 位是否为 1
receive_data (MsgNum); // RxOK=1,处理指定 message object 里的数据帧
}
    
```

### 5 结 语

C8051F040 是完全集成的混合信号系统级单片机,具有与 8051 指令集完全兼容的 CIP-51 内核,代表了 8 位单片机的发展方向。他不但集成了构成监控系统的常用外设,而且还集成了高可靠性、高性能的 CAN 总线控制模块。本文使用该芯片设计的 CAN 节点模块集成度高、性能稳定、实时性好、软件设计简洁,在工业生产和仪器开发领域具有广泛的应用前景。文中给出的硬件和软件设计方案均已通过实际测试,并成功运用于大洋协会“十五”攻关项目:小型底栖生物标本自动分离系统的通讯模块中。

### 参 考 文 献

[1] 邹宽明. CAN 总线原理和应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.  
 [2] Robert Bosch GmbH. C - CAN User's Manual. Revision 1.2. 2000.

作者简介 潘 佚 女,1979 年出生,湖南省株洲人,毕业于浙江大学,助教。主要研究方向为单片机开发与应用。

(上接第 48 页)

由以上得出了仿真功能波形图,使学生很直观地掌握了该电路的逻辑功能,起到了很好的学习效果。

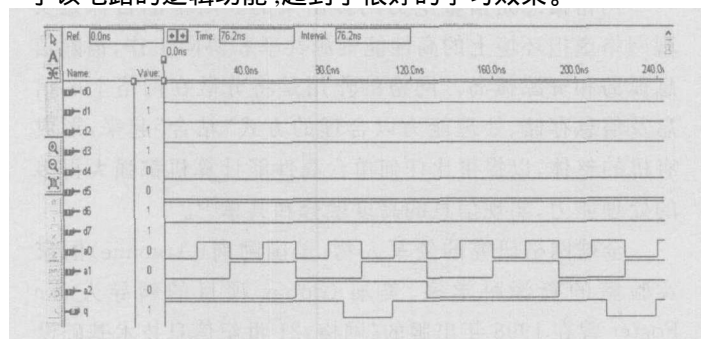


图3 八选一数据选择器功能仿真图

### 5 结 语

随着电子技术的飞速发展,EDA(电子设计自动化)已经成为数字电路系统设计的重要手段。在高等学校,传统

的教学模式已不能满足 21 世纪对人才培养的需要,教学内容、教学方法的改革势在必行。EDA 技术与数字电路相结合,深入浅出地分析各种电路的特性,讲解各种参数对电路的影响,教学与实验验证同步进行。学生还可以结合学习内容,即时地进行接近于实际电路的调试、检测和分析,加深对理论的理解。这样的教学激发了学生的学习兴趣,扩展了学生的思维空间,也激发了学生的电子设计创作灵感,进一步提高了学生的综合素质和创新能力。

### 参 考 文 献

[1] 阎石. 数字电子技术基础[M]. 第 4 版. 北京:高等教育出版社,1998.  
 [2] 潘松,王国栋. VHDL 实用教程[M]. 成都:电子科技大学出版社,2000.  
 [3] 包明,赵明富,陈渝光. EDA 技术与数字系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.

作者简介 袁新娣 女,1974 年出生,江西瑞金人,硕士研究生,江西赣南师范学院物理与电子信息科学系教师,讲师。主要从事电子信息教学与研究。